



INFORME FINAL CORREGIDO

Evaluación hidroacústica integral del recurso jurel
entre a V y X Regiones, año 2009

FIP N° 2009-05 / Junio 2010



INFORME FINAL CORREGIDO

Evaluación hidroacústica integral del recurso jurel
entre a V y X Regiones, año 2009

FIP N° 2009-05 / Junio 2010

Requirente

Fondo de Investigación Pesquera, FIP

Presidente Consejo de Investigación Pesquera:
Pablo Galilea Carrillo

Ejecutor

Instituto de Fomento Pesquero

Jefe de División Investigación Pesquera
Mauricio Braun Alegria

Director Ejecutivo
Jorge Antonio Toro Da'Ponte

Jefe de Proyecto

José Córdova Masanes



INFORME FINAL CORREGIDO

Evaluación hidroacústica integral del recurso jurel
entre a V y X Regiones, año 2009

FIP N° 2009-05 / Junio 2010

Autores

EVALUACIÓN HIDROACÚSTICA

José Córdova
Carolina Lang
Carola Hernández

OCEANOGRAFÍA FÍSICA Y QUÍMICA

Sergio Núñez
Sebastián Vásquez
Marco Correa
Maximiliano Reyes

OCEANOGRAFÍA PESQUERA

José Córdova
Juan Carlos Saavedra
Sergio Núñez
Víctor Catasti

PLANCTON

Vivian Valenzuela

TRÓFICA

Patricia Rojas

BIOLOGÍA PESQUERA

José Córdova
Bernardo Leiva



I. RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe contiene los resultados de la cuantificación de la biomasa por hidroacústica, la distribución espacial e indicadores biológicos del jurel, las condiciones ambientales y las relaciones entre éstas y la distribución del recurso en la zona centro-sur durante el invierno del 2009. El crucero de investigación se realizó entre el 29 de mayo y el 29 de julio cubriendo desde el sur de San Antonio ($34^{\circ}10'S$) a isla Guafo ($43^{\circ}45'S$), entre las 5 a 700 mn, recorriendo desde el sur de San Antonio ($34^{\circ}10'S$) a Talcahuano ($36^{\circ}44'S$), entre las 5 a 200 mn, desde el puerto Talcahuano a Lebu ($37^{\circ}40'S$), entre las 5 a 600 mn, alcanzando las 700 mn desde puerto Saavedra a Corral ($39^{\circ}52'S$), y desde el sur de Corral a Isla Guafo ($43^{\circ}45'S$) entre 200 y 700 mn de la costa. Este estudio se llevó a cabo con tres embarcaciones: el B/C “Abate Molina” operado por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) y los PAM “Biomar III” y “Terranova” operado por la Pesquera Bío-Bío S.A. e isla Quinoa S.A., arrendadas para el estudio. Además de los cerqueros “Líder”, “Don Alfonso”, “Santa María”, “Cazador” y “Vesterverg”, en los que se recolectaron muestras biológicas en las faenas comerciales.

En la zona de estudio se realizaron un total de 21 transectas paralelas en sentido este-oeste, separadas por 50 mn dentro de la Zona Económica Exclusiva (ZEE), y por fuera cada 25 mn. El muestreo oceanográfico fue efectuado con una red de estaciones bioceanográficas, situadas a 10, 25, 50, 75, 100, 130, 160 y 200 mn en las transectas cortas (hasta 200 mn) y en las largas, se adicionaron estaciones a las 230, 260, 300, 330, 360, 400, 430, 460, 500, 530, 560, 600, 630, 660 y 700 millas de la costa. En las estaciones se registraron los valores de temperatura y salinidad, se tomaron muestras de agua para la determinación de oxígeno, clorofila-a; y, se realizaron pescas de plancton con lances oblicuos, con redes Bongo. Asimismo, se



estimó la densidad del agua (σ_t); la anomalía en las variables oceanográficas; la capa de mezcla y espesor; y profundidad base de la termoclina.

La cuantificación acústica de la biomasa de jurel se efectuó con los sistemas Simrad EK-60, previamente calibrados, empleándose la frecuencia de 38 Khz, se recolectó información de la superficie hasta los 500 m de profundidad. La identificación de los registros acústicos del jurel se realizó por medio de dos métodos: el primero es mediante la estimación del coeficiente volumétrico de dispersión y el análisis de los ecorregistros, y posteriormente el segundo, por la interpretación de los ecogramas en conjunto con los resultados de la pesca registrada por las embarcaciones de la flota cerquera industrial.

La biomasa total estimada de jurel fue de 534.538 toneladas con un coeficiente de variación de 7,88% y una densidad de 31,13 t/mn², valor menor en un 91,72% y 48,50% respecto al 2007 y 2008, siendo el más bajo de la serie histórica. Esta biomasa se distribuyó en 328.016 t entre 200 y 400 mn y 206.520 t entre 400 y 700 mn, manteniéndose la disponibilidad del recurso en el sector oceánico, de manera similar a lo observado desde el 2003. Este año el recurso se distribuyó fuera de las 200 mn, con notable diferencia respecto a lo registrado en el período 1998-2001 en que se estimaron 3.255.898 t (1998), 4.354.999 t (1999), 5.889.227 t (2000) y 6.146.148 (2001). La mayor densidad del recurso se ubicó sobre las 400 mn con 59,41 t/mn², distribuyéndose en una menor área que en años precedentes.

En este sentido, este año se mantiene el fuerte decremento en la abundancia numérica total (806 millones) respecto al 2001 (35.200 millones), destacando la ausencia del recurso en las primeras 200 mn de la costa. El número de individuos bajo la talla mínima legal (26 cm) fue cero, culminando la merma observada de



manera intensa entre 2001 y 2002, que va desde 35,9% a 14,1% (en peso) y 24,9% a 8,1% (en número).

Las principales zonas de concentración de recurso se ubicaron en el sector ubicado a 470 mn de puerto Lebu, 230 y 640 mn a la cuadra de Canal Chacao (41°50'LS) y 310 mn frente a isla Guafo, sin registrar agregaciones de jurel hacia el límite de las 700 mn, ratificando que el área prospectada contuvo en pleno la distribución espacial del recurso durante la evaluación.

Batimétricamente el jurel se ubicó entre los 10 a 200 m de profundidad, con un 57,53% (200-400 mn) y 53,57% (400-700 mn) de las agregaciones reportadas entre 60 a 130 m, manteniendo al igual que en el periodo 2003-2008 una mayor profundidad del recurso en el sector oceánico. Al igual que años anteriores, no se registra el aumento de profundidad de norte a sur en el recurso, como se observó entre 1997 y 2002.

La distribución de tallas registrada en el crucero varió entre 33 a 53 cm de longitud horquilla, con una moda principal en 37 cm. Esta estructura de tamaño muestra un crecimiento somático del jurel respecto al 2001 (moda 26 cm), 2002 (moda 27 cm), 2003 (moda 28) 2004 (moda 29), 2005 (moda 30), 2006 (31 cm), 2007 (32 cm) y 2008 (36 cm), hecho que también se aprecia en el incremento de la fracción de ejemplares de mayor tamaño, con un 99,6% de los individuos agrupados entre los 31 a 52 cm (5 a 15 años), respecto al 99,3% (20 a 35 cm), 99,9% (20 a 42 cm) 98,4% (24 a 45 cm), 98,4%(22 a 50 cm), 98,4% (24 a 55 cm), 98,4% (29-48 cm), 89,03% (30-48 cm), 96,02 (30-48 cm), registrados el 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008 respectivamente.

La composición de ejemplares por grupo de edad estuvo formada por 11 grupos, siendo los principales el VIII, IX, X y XI que participan en número con un 33, 21, 18 y



16%, respectivamente. Este año no se mantienen los mismos grupos principales de edad del 2004-2008, observando el desplazamiento hacia grupos de edad mayores, como se registró en la ZEE para los grupos predominantes IV (2002), V (2003) y VI (2004).

Respecto a la composición del plancton, de día como de noche se mantiene los grupos numéricamente más importantes, siendo copépodos los más dominantes con 70,6 y 74,6%, seguido por quetognatos, ostrácodos, apendicularias y larvas de eufáusidos, con valores radicalmente bajos que van desde 1,3 a 14,8%, mientras que el resto de los grupos sólo representan el 5,41% para el día y 5,50% para la noche. En la zona de estudio se confirma la importancia de los eufáusidos como la presa jurel, además de los peces linterna y zooplancton gelatinoso (salpas),

Al comparar los niveles de biomasa promedio obtenidos durante 1997 al 2005, se determina que a partir del otoño del 2000, se registran bajas biomasas zooplanctónicas promedio con valores que van de 76 a 109 ml/1000m³, a diferencia de las altas biomasas registradas entre 1997 y 1999 (152 y 161 ml/1000m³). En este sentido, la biomasa media para otoño del 2009, muestra una tasa de cambio negativa de 87%, respecto a lo observado para similar período del 2008 (301 ml/1000m³), la cual constituye el mas bajo valor registrado entre 1997 y 2008 en la zona de estudio.

El análisis de los diagramas TS reveló, al igual que en estudios anteriores, que las condiciones oceanográficas observadas en la zona de estudio indican la presencia de tres masas de agua; Aguas Subantártica (ASAA); Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) y Aguas Intermedias Antárticas (AIA).

En general, la distribución de las variables y estructuras oceanográficas verticales (y sus anomalías para el período 1997-2009) para el área de estudio, evidenció la



presencia de aguas frías al igual que las informadas en los períodos otoño del 2007 y 2008, registrando al igual que en años anteriores una intrusión de aguas cálidas en el sector norte del área de estudio. El análisis histórico de las anomalías positivas de la temperatura superficial (máx: +2,5°C), revela un período cálido determinado principalmente por la fase activa del evento El Niño 97-98, mientras las anomalías negativas registradas en 1999-2001 (máx:-1,5°C), refleja el decaimiento y el predominio de un ambiente frío, principalmente en 1999.

El jurel se encontró en temperaturas de 11 a 15°C y salinidades que van de 33,9 a 34,2 psu, con un rango preferencial de 11 a 13°C y 33,9 a 34,0 psu, lo que se asemeja con lo observado en años anteriores. Isotermas superficiales (10-15°C) acotan bastante bien la distribución espacial del recurso. Respecto al oxígeno, el jurel se agrupó en intervalo de 5 a 7 ml L⁻¹, al igual que lo registrado en los años 2000, 2006, 2007 y 2008. En general, el jurel se agrupó de preferencia en sectores de gradientes térmicos moderados y de descenso de temperatura.

Para la zona de estudio, las variables latitud, distancia a la costa, temperatura, gradiente salinidad, salinidad, oxígeno, densidad y gradiente temperatura, fueron significativas en el ajuste del modelo para la variable explicativa densidad de jurel, en tanto para la presencia / ausencia de jurel, lo fueron las variables latitud, distancia a la costa, gradiente salinidad, oxígeno, densidad del agua, temperatura y gradiente temperatura, alcanzando una mayor discriminación el modelo bajo un enfoque gaussiano para la densidad de jurel ($R^2=0,51$). Lo que se ratificó entre la densidad y las variables ambientales a la profundidad media del jurel, con un modelo de 9 variables significativas y una alta discriminación ($R^2=0,51$).

Luego, ante los cambios detectados en la distribución y la variación de la disponibilidad de esta especie durante invierno, los cuales también son observados a



través de indicadores biológicos y operacionales provenientes de los desembarques y estudios independientes de la pesquería, hacen recomendable mantener evaluaciones acústicas de amplia cobertura espacial, centradas por fuera de la ZEE, que permitirán disponer de estimados de biomasa en un área mas oceánica y donde se concentra principalmente el recurso, fortaleciendo este índice de calibración en las evaluaciones indirectas del stock.



2. 3NDICE GENERAL

	P3gina
1. RESUMEN EJECUTIVO-----	1
2. 3NDICE GENERAL -----	7
3. 3NDICE DE FIGURAS, TABLAS Y ANEXOS -----	11
4. OBJETIVO DEL PROYECTO-----	22
4.1 Objetivo General-----	22
4.2 Objetivos Espec3ficos-----	22
5. ANTECEDENTES -----	23
6. METODOLOG3A DE TRABAJO -----	26
6.1 Aspectos generales del crucero -----	26
6.2 Objetivo espec3fico 2.1 Estimar la abundancia (en n3mero) y biomasa (en peso) del jurel en el 3rea de estudio -----	28
6.2.1 Zona y per3odo de estudio-----	28
6.2.2 Dise3o de muestreo-----	29
6.2.3 Calibraci3n -----	32
6.2.4 Medici3n de TS "in situ" -----	34
6.2.5 Identificaci3n de especies -----	34
6.2.6 Procesamiento de la informaci3n ac3stica-----	36
6.2.7 Estimaci3n de la abundancia en n3mero y biomasa en peso total y a la talla-----	36
6.2.8 Estimaci3n de la varianza para abundancia en n3mero y biomasa en peso 41	41
6.2.9 Medida de precisi3n del estimado-----	46
6.3 Objetivo espec3fico 2.2. Estimar la composici3n de talla, peso, edad y proporci3n sexual del stock de jurel, en el 3rea de estudio -----	47



6.3.1	Muestreo a bordo -----	47
6.3.2	Estructura de talla -----	48
6.3.3	Estimación de la abundancia a la edad -----	51
6.3.4	Varianza de la abundancia a la edad (Southward, 1976) -----	53
6.4	Objetivo específico 2.3. Determinar composición de los principales ítems alimentarios del jurel en el área de estudio -----	54
6.4.1	Colecta de las muestras -----	54
6.4.2	Análisis de la información -----	54
6.5	Objetivo específico 2.4. Determinar la distribución espacial y batimétrica de jurel y del zooplancton, con especial énfasis en los principales ítems alimentarios del jurel, en el área de estudio, y su relación con las condiciones oceanográficas -----	57
6.5.1	Distribución espacial y batimétrica del recurso -----	57
6.5.2	Análisis de la distribución del recurso -----	58
6.5.3	Muestreo de zooplancton -----	61
6.5.4	Procesamiento y análisis de las muestras zooplanctónicas -----	63
6.5.5	Biomasa zooplanctónica total -----	69
6.5.6	Muestreo oceanográfico. -----	70
6.5.7	Análisis de las muestras y de la información -----	72
6.5.8	Asociación espacial entre las condiciones oceanográficas, del zooplancton y la distribución y abundancia del jurel en el área de estudio -----	74
6.6	Objetivo específico 2.5. Determinar la fauna acompañante y su importancia relativa en los lances de pesca de identificación -	80
6.6.1	Pesca de identificación -----	80
6.6.2	Muestreo de las capturas de los lances -----	80
6.6.3	Análisis de las capturas -----	82
7.	RESULTADOS -----	83
7.1	Objetivo específico 2.1 Estimar abundancia (en número) y biomasa (en peso) del jurel en le área de estudio -----	83
7.1.1	Calibraciones -----	83
7.1.2	Medición de TS "in situ" -----	85
7.1.3	Biomasa y abundancia de jurel -----	86
7.1.4	Precisión de los estimados de abundancia y biomasa -----	91



7.2	Objetivo espec3fico 2.2. Estimar composici3n de talla, peso, edad y proporci3n sexual del stock de jurel, en el 3rea de estudio -----	95
7.2.1	Estructura de tallas -----	95
7.2.2	Abundancia a la edad -----	97
7.2.3	Relaci3n longitud-peso y proporci3n sexual -----	102
7.3	Objetivo espec3fico 2.3. Determinar la composici3n de los principales 3tems alimentarios del jurel en el 3rea de estudio -----	103
7.3.1	Composici3n de los principales 3tems alimentarios de jurel -----	103
7.3.2	Importancia de las presas -----	104
7.3.3	3ndice de estrategias alimentarias -----	105
7.3.4	Selectividad de las presas por tama3o -----	106
7.4	Objetivo 2.4. Determinar la distribuci3n espacial y batimetrica del jurel, zooplancton con 3nfasis en los principales 3tems alimentarios del jurel, en el 3rea de estudio y su relaci3n con condiciones oceanogr3ficas -----	107
7.4.1	Distribuci3n geogr3fica del recurso -----	107
7.4.2	Descripci3n de estructuras espaciales en la informaci3n ac3stica ---	109
7.4.3	Distribuci3n batim3trica del recurso -----	111
7.4.4	Composici3n y abundancia del zooplancton -----	112
7.4.5	Distribuci3n del zooplancton -----	123
7.4.6	Estructura comunitaria de los grupos zooplant3nicos -----	126
7.4.7	Biomasa zooplant3nica -----	130
7.4.8	Condiciones meteorol3gicas y oceanogr3ficas -----	131
7.4.9	Relaciones ambiente recurso -----	156
7.5	Objetivo espec3fico 2.5. Determinar la fauna acompa3ante y su importancia relativa en los lances de pesca de identificaci3n -----	172
7.5.1	Resultado lances de pesca -----	172
7.5.2	Proporci3n y composici3n de la fauna acompa3ante -----	174
7.5.3	An3lisis de las asociaci3n -----	175



8. DISCUSI3N	178
9. CONCLUSIONES	188
9.1 Acústica	188
9.2 Pesca	189
9.3 Oceanografía	190
9.4 Plancton	192
9.5 Alimentaci3n	193
9.6 Asociaciones	193
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	195

FIGURAS

ANEXOS

- ANEXO I.** Comparaci3n tallas crucero de evaluaci3n y flota cerco VIII Regi3n.
- ANEXO II.** Metodologí a estimaci3n biomasa 1997-2007, 2008 -2009.
- ANEXO III.** Posici3n y fecha de transectas acústicas y estaciones Bioceanográficas.
- ANEXO IV.** Plan detallado de asignaci3n de personal profesional y técnic o en horas/hombre por actividad.
- ANEXO V.** Talleres de difusi3n y discusi3n.
- ANEXO VI.** Alcances del evaluador Proyecto FIP N° 2009-05.



III. ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS y ANEXOS

FIGURAS

- Figura 1.** Distribución de transectas en la zona de estudio: a) propuesta técnica y b) crucero de evaluación 2009.
- Figura 2.** Red de arrastre mediagua utilizada en la evaluación 2009 (B/C Abate Molina, Terranova y Biomar III).
- Figura 3.** Cartas meteorológicas 2009. a) generación de frente de baja (low) y b) tránsito de centro de baja.
- Figura 4.** Equipos acústicos utilizados por las embarcaciones en el crucero de evaluación 2009.
- Figura 5.** Distribución espacial de la densidad acústica de jurel en la zona de estudio, crucero 2009.
- Figura 6.** Distribución de lances de pesca. a) crucero de evaluación y b) flota de cerco 2009. Fuente: IFOP.
- Figura 7.** Distribución de tallas de jurel sobre 200 mn: a) 2003, b) 2004, c) 2005, d) 2006, e) 2007, f) 2008 y g) 2009.
- Figura 8.** Abundancia por grupo de edad por sectores histórica 2001-2009.
- Figura 9.** Relación longitud-peso a) hembras, b) machos y c) total
- Figura 10.** Representación de la estrategia alimentaria de jurel para el área de estudio.
- Figura 11.** Distribución de frecuencias del índice de selectividad de Ursin de las principales presas de jurel agrupadas en Clases.



- Figura 12.** Zonas de pesca de la flota de cerco VIII Región durante mayo del 2009. Fuente: INPESCA.
- Figura 13.** Zona de pesca de la flota de cerco VIII región. a) 1-15 junio b) 16-30 junio, c) 1-15 julio y d) 16 a 29 julio 2009
- Figura 14.** Media de Penington por distancia a la costa.
- Figura 15.** Correlogramas por sectores y distancia a la costa.
- Figura 16.** Variogramas para la zona de estudio. a) 200-600, b) 600-700 mn.
- Figura 17.** Variogramas en sectores con transectas oeste-este y sur-norte. a) 43° 45'S -80° 08'W, b) 40° 50'S – 79°42'W y c) 43°15'S 81°18'W.
- Figura 18.** Distribución batimétrica de jurel año 2009: a) 200-400 mn, b) 400-700 mn y c) total.
- Figura 19.** Distribución batimétrica total (200- 400 mn) de jurel año 2003-2008.
- Figura 20.** Distribución temporal de la densidad media de los principales grupos zooplanctónicos identificados en invierno de 1997–2009 (zona 10-200 y 230-400 mn). Barras blancas: períodos diurnos; barras negras: períodos nocturnos.
- Figura 21.** Distribución geográfica diurna y nocturna de Copépodos en invierno de 2009.
- Figura 22.** Distribución geográfica diurna y nocturna de Quetognato en invierno de 2009.
- Figura 23.** Distribución geográfica diurna y nocturna de Ostrácodos en invierno de 2009.
- Figura 24.** Distribución geográfica diurna y nocturna de Larvas Eufáusidos en invierno de 2009.



- Figura 25.** Distribución geográfica diurna y nocturna de Eufáusidos en invierno de 2009.
- Figura 26.** Distribución latitudinal (a) y longitudinal (b) de la densidad media de los principales grupos zooplanctónicos capturados durante los períodos diurnos (línea roja) y nocturnos (línea negra) en invierno de 2009.
- Figura 27.** Dendograma de similitud de Winer de los grupos zooplanctónicos analizados en invierno de 2009.
- Figura 28.** Distribución espacial de la biomasa zooplanctónica diurna y nocturna en invierno de 2009.
- Figura 29.** Batimetría general del área de estudio.
- Figura 30.** Variabilidad de las condiciones meteorológicas en: a) sector oceánico 600-700mn (Biomar III); b) sector oceánico intermedio 200-600 mn (Abate Molina) y c) sector costero 5-200 mn (Terranova).
- Figura 31.** Variación porcentual de la dirección del viento: a) sector oceánico 600-700 mn (Biomar III); b) sector oceánico intermedio 200-600 mn (Abate Molina) y c) sector costero 5-200 mn (Terranova).
- Figura 32.** Distribución horizontal de: a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad (psu), c) densidad (σ_t) y d) oxígeno disuelto (ml L^{-1}) en el estrato de 5 metros de profundidad.
- Figura 33.** Distribución horizontal de: a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad (psu), c) densidad (σ_t) y d) oxígeno disuelto (ml L^{-1}) en el estrato de 25 metros de profundidad.
- Figura 34.** Distribución horizontal de: a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad (psu), c) densidad (σ_t) y d) oxígeno disuelto (ml L^{-1}) en el estrato de 50 metros de profundidad.



- Figura 35.** Distribución horizontal de: a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad (psu), c) densidad (σ_t) y d) oxígeno disuelto (ml L^{-1}) en el estrato de 100 metros de profundidad.
- Figura 36.** Distribución horizontal de: a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad (psu), c) densidad (σ_t) y d) oxígeno disuelto (ml L^{-1}) en el estrato de 200 metros de profundidad.
- Figura 37.** Distribución horizontal de la clorofila-a superficial (mg m^{-3}) y la clorofila-a integrada (mg m^{-2}) en los primeros 50 metros de profundidad.
- Figura 38.** Distribución horizontal semanal de la temperatura superficial del mar satelital para el área y período de estudio. (Junio-Julio 2009).
- Figura 39.** Transecta 1. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).
- Figura 40.** Transecta 2. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).
- Figura 41.** Transecta 4. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).
- Figura 42.** Transecta 5. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).
- Figura 43.** Transecta 6. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).
- Figura 44.** Transecta 7. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).
- Figura 45.** Transecta 8. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).
- Figura 46.** Transecta 9. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).



- Figura 47.** Transecta 10. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).
- Figura 48.** Transecta 11. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).
- Figura 49.** Transecta 12. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).
- Figura 50.** Transecta 13. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).
- Figura 51.** Transecta 14. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).
- Figura 52.** Transecta 15. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).
- Figura 53.** Transecta 16. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).
- Figura 54.** Transecta 17. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).
- Figura 55.** Transecta 18. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).
- Figura 56.** Transecta 19. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).
- Figura 57.** Transecta 20. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).
- Figura 58.** Transecta 21. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).



- Figura 59.** Secciones verticales de clorofila-a (mg m^{-3}) en la zona de estudio.
- Figura 60.** Transecta longitudinal costera ($\sim 79^\circ\text{W}$). Secciones verticales de temperatura ($^\circ\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).
- Figura 61.** Transecta longitudinal intermedia ($\sim 84^\circ\text{W}$). Secciones verticales de temperatura ($^\circ\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).
- Figura 62.** Transecta longitudinal oceánica ($\sim 88^\circ\text{W}$). Secciones verticales de temperatura ($^\circ\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).
- Figura 63.** Transectas longitudinales de clorofila-a (mg m^{-3}). Secciones costera (79°W), intermedia (84°W) y oceánica (88°W).
- Figura 64.** Perfiles individuales de temperatura ($^\circ\text{C}$) salinidad (psu) y densidad (σ_t) para el sector oceánico.
- Figura 65.** Perfiles individuales de concentración de oxígeno disuelto (ml L^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}) por sector de estudio.
- Figura 66.** Distribución espacial de a) profundidad capa de mezcla (m), b) profundidad base de la termoclina (m) y espesor de la termoclina (m) en la región de estudio.
- Figura 67.** Diagramas TS para los sectores: (a) norte, (b) centro y, (c) -oceánico
- Figura 68.** Rangos de profundidad jurel, temperatura ($^\circ\text{C}$), salinidad (psu) y concentración de oxígeno disuelto (ml L^{-1}) a la profundidad media del recurso, y biomasa zooplanctónica total ($\text{ml}/1.000 \text{ m}^3$), densidad de eufáusidos y larvas de eufáusidos ($\text{ind}/1.000 \text{ m}^3$) a los cuales se encontró asociado el recurso.
- Figura 69.** Distribución espacial de la densidad acústica de jurel (ton mn^{-2}) y la temperatura ($^\circ\text{C}$), salinidad (psu), concentración de oxígeno disuelto (ml L^{-1}), corrientes geostróficas (cm s^{-1}), la profundidad de la capa de mezcla (m) y la base de la termoclina (m).



- Figura 70.** Rangos ambientales para la densidad acústica de jurel en la zona centro-sur de Chile. Líneas rojas representan el ajuste de una función Gaussiana, líneas rojas verticales indican el promedio y la desviación estándar, líneas punteadas indican el intervalo de confianza del 99,5%.
- Figura 71.** Rangos ambientales para a) la densidad de eufáusidos y b) sus larvas en el área de estudio. Líneas rojas representan el ajuste de una función Gaussiana, líneas rojas verticales indican el promedio y la desviación estándar, líneas punteadas indican el intervalo de confianza del 99,5%.
- Figura 72.** Rangos de distribución preferencial del jurel en relación a las variables ambientales entre 1997 y 2009, estrato 50 m. de profundidad.
- Figura 73.** Señal latitudinal del jurel y su relación con la temperatura y el gradiente térmico en la capa de 51-100 metros: Costa-200 mn, 201-400 mn y > 400 mn
- Figura 74.** Funciones de distribución acumulativas empíricas para las variables ambientales (f(t)) y su ponderación con la variable pesquera (g(t)). Crucero invernal (Junio-Julio 2009).
- Figura 75.** Dendograma para periodo 1997 a 2009. a) por especie y b) por años
- Figura 76.** Anomalías térmicas superficiales en la zona de estudio (1991-1994)
- Figura 77.** Anomalías térmicas superficiales en la zona de estudio (1997-2009)
- Figura 78.** Serie tiempo (enero 1985- junio 2009) de las anomalías de TSM para el área de estudio (33° -43° LS; 71°30 - 83° W) (Fuente: IGOSS)
- Figura 79.** Centro de gravedad distribuciones espaciales de jurel entre 1997 y 2009.
- Figura 80.** Distribuciones de ecotrazos de jurel en el área de desove por año.



TABLAS

- Tabla 1.** Distribución de áreas prospectadas en la zona de estudio
- Tabla 2.** Resultado comparación tallas crucero y flota cerco (2002-2008).
- Tabla 3.** Agregaciones de jurel por categorías de densidad.
- Tabla 4.** División operacional del área de estudio. Los números de estaciones oceanográfica por sector.
- Tabla 5.** Posición de transectas y número de estaciones oceanográficas en el muestreo.
- Tabla 6.** Ganancia del transductor medido para TS (fuerza de blanco) y Sv (Coeficiente de dispersión volumétrica) 38 Khz.
- Tabla 7.** Valores de t Students observados y críticos para frecuencia de 38 Khz.
- Tabla 8.** Biomasa y densidad de jurel estimada por sectores y métodos.
- Tabla 9.** Abundancia en número y en peso a la talla de jurel para el sector 200-400 mn.
- Tabla 10.** Abundancia en número y en peso a la talla de jurel para el sector 400-700 mn.
- Tabla 11.** Abundancia en número y en peso a la talla de jurel para el área total.
- Tabla 12.** Varianza y coeficiente de variación de los estimados de biomasa de jurel.
- Tabla 13.** Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de jurel en el sector 200-400 mn.
- Tabla 14.** Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de jurel para el sector 400-700 mn.



- Tabla 15.** Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de jurel para el área total.
- Tabla 16.** Resultados de comparación estructura de talla crucero y flota con prueba chi-cuadrado.
- Tabla 17.** Composición en número por grupo de edad en la biomasa estimada para el sector 200-400 mn.
- Tabla 18.** Composición en número por grupo de edad en la biomasa estimada para el sector 400-700 mn.
- Tabla 19.** Composición en número por grupo de edad en la biomasa estimada para el área total.
- Tabla 20.** Parámetros y estadística básica de la relación $w=a*L^b$ para zona de estudio.
- Tabla 21.** Número de estómagos y porcentaje con y sin contenido.
- Tabla 22.** Número (N%), peso (P%), frecuencia de aparición (F%) e índice de importancia relativa (IIR).
- Tabla 23.** Indicador de coeficiente dietario de Hureau (Q) en la dieta de jurel.
- Tabla 24.** ISU promedio de las principales presas de jurel.
- Tabla 25.** Grupos zooplanctónicos presentes en las pescas diurnas y nocturnas. Entre 10 y 700 mn, (t) totales; (+) positivas.
- Tabla 26.** Densidad media por grupo zooplanctónico diurna y nocturna, entre 10-200 mn, 230-400 mn y 430-700 mn
- Tabla 27.** Densidad media y coeficiente de variación en grupos importantes en número, diurnas y nocturnas entre 5-200, 230-400 y 430-500/700 mn (1997 – 2009).



- Tabla 28.** Resultado de Prueba de Kruskal-Wallis. Los valores significativos se indican en negrita (valor $p < 0,05$).
- Tabla 29.** Número de estaciones, especies y ejemplares para la zona norte, centro, sur (latitudinal), costera y oceánica (longitudinal) y por periodo del día.
- Tabla 30.** Porcentaje de ejemplares por grupo zooplanctónico, según zona latitudinal-longitudinal y período del día.
- Tabla 31.** Tamaño de muestra, hipótesis, estadístico de Wald y valor p para el análisis por zona (latitudinal-longitudinal) y periodo del día.
- Tabla 32.** Estadístico de Wald y valor p , para la hipótesis de igualdad de composición por taxa, según periodo del día y zona longitudinal.
- Tabla 33.** Rangos preferenciales ambientales en área con presencia de recurso a la profundidad promedio de los cardúmenes.
- Tabla 34.** Coeficientes de correlación entre profundidad media del jurel (PMC), profundidad de la capa de mezcla (PCM), de la termoclina (PBT) y espesor de la termoclina (ET) fuera de la ZEE.
- Tabla 35.** Coeficientes de correlación y nivel del significancia entre densidad de jurel (ton mn^{-2}), variables y estructuras oceanográficas verticales fuera de la ZEE.
- Tabla 36.** Coeficientes de correlación y nivel del significancia entre densidad de jurel y grupos zooplanctónicos numéricamente dominantes fuera da la ZEE.
- Tabla 37.** Coeficientes de correlación y nivel de significancia entre la densidad de los grupos zooplanctónicos numéricamente dominantes y variables ambientales fuera de la ZEE.
- Tabla 38.** Descripción de los modelos analizados para GAM.
- Tabla 39.** Bondad de ajuste estadístico para cada modelo analizado en el GAM.
- Tabla 40.** Análisis de varianza de las covariables ajustadas al modelo binomial GAM con la densidad acústica de jurel seleccionadas a través del criterio de chi-cuadrado. Valores chi-cuadrado, AIC y pseudo coeficiente de determinación.



- Tabla 41.** Análisis de Varianza de las covariables ajustadas al modelo GAM para la relación con la densidad de jurel seleccionadas a través del método de máxima verosimilitud. Veril 50-100 m de profundidad. Valores F, AIC y pseudo coeficiente de determinación.
- Tabla 42.** Resultados del análisis de rangos ambientales (Perry y Smith, 1994) para el sector oceánico (> 200 mn de la costa.).
- Tabla 43.** Coeficientes de Cramer para la distribución de jurel y variables ambientales en las capas de 5, 50 y 100 m.
- Tabla 44.** Información de captura en peso y número de fauna acompañante en los lances de pesca realizados por pesqueros industriales.
- Tabla 45.** Información de captura en peso de fauna acompañante en los lances de pesca realizados por B/C Abate Molina y PAM Biomar III.
- Tabla 46.** Distribución longitudinal porcentual de lances de pesca en crucero evaluación 1997-2008.

ANEXOS

- ANEXO I.** Comparación tallas crucero de evaluación y flota cerco VIII región.
- ANEXO II.** Metodología estimación biomasa 1997-2007, 2008 -2009.
- ANEXO III.** Posición y fecha de transectas acústicas y estaciones bioceanográficas.
- ANEXO IV.** Plan detallado de asignación de personal profesional y técnico en horas/hombres por actividad.
- ANEXO V** Talleres de difusión y discusión.
- ANEXO VI.** Alcances del evaluador Proyecto FIP N° 2009-05.



4. OBJETIVO DEL PROYECTO

4.1. OBJETIVO GENERAL

Cuantificar la biomasa del recurso jurel, entre las regiones V a X, mediante el método hidroacústico.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 4.2.1** Estimar la abundancia (en número) y biomasa (en peso) del jurel en el área de estudio.
- 4.2.2** Estimar la composición de talla, peso, edad y proporción sexual del stock de jurel en el área y período de estudio.
- 4.2.3** Determinar la composición de los principales ítems alimentarios del jurel en el área de estudio.
- 4.2.4** Determinar la distribución espacial y batimétrica del jurel y del zooplancton, con especial énfasis en los principales ítems alimentarios del jurel, en el área de estudio y su relación con las condiciones oceanográficas.
- 4.2.5** Determinar la fauna acompañante y su importancia relativa en los lances de identificación.



5. ANTECEDENTES

El jurel (*Trachurus murphyi*) es una especie de amplia distribución geográfica, encontrándose desde las islas Galápagos hasta la región austral de Chile (52°S) (Chirichigno, 1974; Serra 1991) y desde el litoral de América del Sur hasta las costas de Nueva Zelanda (Evseenko, 1987, Kawahara *et al.*, 1988, Jones, 1990) y Australia (Keith Sainsbully, com. Pers.).

El jurel es un recurso típicamente pelágico, habitando regiones oceánicas y costeras. La cual ha sostenido la más importante actividad pesquera del país, habiendo sido además, especie objetivo de la pesca internacional de altura entre los años 1978 y 1991, por embarcaciones de la ex URSS que operaron frente a las costas de Chile y Perú. En 1998, los desembarques de jurel de la flota cerquera industrial en los puertos de la VIII Región alcanzaron las 1.503.544 toneladas, lo que representó el 93,2% del total nacional para jurel, para posteriormente decrecer entorno a 1 millón de toneladas, y en los últimos alcanzar alrededor de las 800.000 toneladas (SERNAPESCA 1999 al 2008). Esto producto de una menor disponibilidad del jurel en el sector costero y el alejamiento del recurso al ubicarse sus concentraciones en el sector oceánico, modificando el régimen operacional de la flota cerquera de la VIII región, con el aumento de la duración promedio del viaje con pesca de 2,75 días (2005) a 6,43 días (2008), dado el incremento de la distancia a las zonas de pesca.

A principios de la década de los años 70 la biomasa total estimada pasa de 2,5 millones de toneladas hasta alcanzar su máximo entre 1985-1987 con 21 millones de toneladas anual. La biomasa del stock adulto y del stock explotable creció más lentamente, alcanzando su nivel máximo en 1989-90. El crecimiento en este periodo se explica por la tendencia creciente del reclutamiento hasta 1985 y el aporte en peso de los ejemplares debido al crecimiento. Desde 1991, la biomasa decrece hasta alcanzar en el año 2001 aproximadamente 8,4 millones de toneladas (Serra *et al.*, 2001).



Desde 1990 la pesquería pelágica de la Zona Centro–Sur pasó a ocupar el primer lugar nacional. Dicha situación se asocia principalmente con la mayor abundancia y disponibilidad de jurel, además con un importante crecimiento del esfuerzo de pesca de la flota de cerco industrial, la que ha presentado una notable transformación tecnológica en los últimos años.

Hasta 1994, la pesquería pelágica de la zona centro-sur experimentó un notable crecimiento, esta tendencia cambió en los últimos años, lo cual ha significado ajustes importantes en la actividad pesquera. A partir del año 1997, la evaluación acústica realizada ese año en invierno reportó alta presencia de jurel (74%) bajo la talla mínima legal en el área de la pesquería y mínima presencia de adultos, período asociado a la presencia del fenómeno de El Niño 97-98. Este importante hecho para la administración del recurso y la actividad comercial extractiva, se tradujo en fuertes regulaciones en la pesquería a partir de 1998, implementadas mediante vedas biológicas, evaluaciones directas y un monitoreo a la pesquería de jurel. Durante algunas de las vedas se efectuaron Pescas de Investigación con el objetivo de determinar la estructura de talla del jurel.

Evaluaciones directas hidroacústicas realizadas en la zona donde se concentra principalmente la pesquería, muestran un crecimiento sostenido de la biomasa desde 3,75 a 6,14 millones de toneladas entre 1898 y 2001, para posteriormente caer a valores cercanos a las 500.000 toneladas, observándose a partir del 2003 cuando se incorpora el sector por fuera de las 200 mn, un aumento importante de la biomasa por sobre la ZEE (1,83 a 3,61 millones de toneladas) y una disminución en la ZEE (881.000 a 1.45 toneladas). En este sentido, los centros de gravedad de las distribuciones espaciales de jurel entre 1997 y 2001 se ubicaron frente a Talcahuano (36°44'S), para luego desplazarse hacia el sector sur y oceánico el 2003, evidenciando un fuerte desplazamiento de las concentraciones hacia la alta mar, y una disminución en las primeras 200 mn, lo cual ha generado un importante alejamiento de las zona de pesca,



al registrar aproximadamente el 60% de sus capturas fuera de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) entre el 2008 y 2009, destacando un fuerte cambio en el uso del espacio del jurel en la zona prospectada, con un desplazamiento hacia el sector de alta mar anticipado, respecto al período histórico de agosto y la permanente concentración mayoritaria del recurso en el sector oceánico del área de estudio.

Luego, considerando la importancia del recurso para la economía del país y el nivel de explotación a que está sometido, así como los cambios en la estructura y distribución del stock de jurel detectado durante 1997 y 2009 (Informes de Proyectos FIP y BIP), es necesario profundizar el conocimiento existente acerca de su distribución espacial, abundancia del recurso jurel y su asociación con el ambiente, con el objeto de mejorar la asesoría para el manejo pesquero. Estos aspectos son especialmente relevantes para la comprensión de los cambios, tanto en abundancia como en disponibilidad del recurso, existiendo preguntas importantes que requieren ser contestadas, tales como las relativas a identificar los factores que determinarían la distribución de las mayores concentraciones de jurel en ciertas zonas y no en otras.

En este sentido el Consejo de Investigación Pesquera adjudicó al IFOP la ejecución del presente estudio para determinar la biomasa de jurel, su distribución y factores ambientales asociados. Luego, el presente informe entrega los resultados correspondientes a la cuantificación de la biomasa de jurel en el área de estudio y su varianza, además de información sobre las condiciones ambientales y la posible relación de ésta con la distribución del recurso.



6. METODOLOGÍA DE TRABAJO

6.1 Aspectos generales del crucero.

El área de estudio planteada inicialmente en los términos Técnicos de Referencia fue ajustada (Figura 1a y b), al planificar el Crucero de acuerdo a antecedentes obtenidos de las áreas de pesca donde operó preferentemente la flota cerqueras industrial de la VIII Región, antes de ejecutar el crucero de evaluación hidroacústica, incorporando además antecedentes de zonas pesca presentes durante el desarrollo del estudio. Esto, en atención a que este año no se llamó a una Pesca de Investigación previo al crucero de cuantificación, para determinar la distribución del recurso en un área mayor a la de evaluación, dado que el 2008 solo una embarcación manifestó su interés a participar, en razón a las bajas capturas de jurel registradas de enero a abril, situación que este año se intensificó.

La evaluación hidroacústica se realizó con el B/C “Abate Molina” y los PAM “Biomar III” y “Terranova” de propiedad de pesquera Bío-Bío S.A. e isla Quihua S.A, durante el mes de mayo a julio del año 2009. La zona de estudio comprendió entre las cinco y setecientas millas de la costa, prospectando las primeras doscientas millas náuticas el PAM “Terranova” con eslora de 41,7 m y potencia de 2170 Hp, 200 a 600 mn el B/C “Abate Molina” de eslora 43,5 m y potencia de 1.400 HP, y 600 a 700 mn el PAM Biomar III” de eslora de 47,7 m y potencia de 2.380 Hp. Todas las embarcaciones se habilitaron con equipos científicos (ecosonda Simrad EK-60, CTDO, botellas oceanográficas, redes de plancton y de pesca) para dejar las plataformas de trabajo en igualdad de operación.

Previo al crucero, en las embarcaciones se efectuó la calibración del sistema Simrad EK-60, de acuerdo a lo establecido por su fabricante (SIMRAD, 2003). Calibración que consiste en un proceso iterativo que mide la señal de intensidad de blanco (TS) y



eco integración (Sa) provenientes de un blanco estándar (esfera de cobre de 60 mm de diámetro) de fuerza de blanco conocida, localizado en el centro del haz acústico.

Las tres naves usaron redes de arrastre a mediagua de diseño ENGEL, que permiten aberturas de relinga en la boca de 30-35 m a velocidades de 3 a 6 nudos (**Figura 2**). Durante el desarrollo del estudio, se realizaron un total de 6 lances de pesca dirigidos a identificar ecotrazos sin obtener muestras de jurel para estudios biológicos básicos. El bajo número de lances de pescas y la ausencia de jurel en las capturas, se fundamentan en la operación en un área ubicada más al sur y oceánica, donde predominaron condiciones climáticas adversas por el tránsito sistemático de centros de baja presión (L) y/o su generación (**Figura 3**), lo que junto a una distribución con agregaciones de baja densidad de jurel y muy espaciada entre si, limitaron el número de lance y el éxito de capturar jurel en las lances de pesca realizados en la zona de estudio.

Dado lo anterior, las muestras biológicas requeridas en el estudio fueron colectadas mediante el embarque de observadores científicos durante el periodo de la evaluación en las naves industriales PAM “Líder”, “Don Alfonso”, “Santa Maria I”, “Cazador” y “Vesterveg”, que operaron contemporáneamente a las naves de evaluación, permitiendo cumplir con los niveles de muestra requeridos por los distintos análisis comprometidos en este estudio. En este sentido, una análisis estadístico efectuado entre las estructuras de tallas colectadas por redes de cerco y de arrastre a mediagua, durante los cruceros de evaluación realizados entre el 2003 al 2008 en la zona de estudio, destaca que no existe diferencia estadística significativa entre ellas, permitiendo el uso de la información proveniente de naves de la flota de cerco de la VIII región en este estudio



La zona de estudio fue cubierta con una red de estaciones bioceanográficas, situadas a 10, 25, 50, 75, 100, 130, 160 y 200 mn en las transectas ubicadas en el sector de las primeras 200 mn, mientras que en las transectas realizadas por sobre las 200 mn se localizaron a 230, 260, 300, 330, 360, 430, 460, 500, 530, 560, 600, 630, 660 y 700 millas de la costa.

Las condiciones de mar en cuanto a dirección-intensidad del viento y la dirección-altura de la ola, imperante durante el transcurso del crucero de prospección principalmente en el sector sur, impidieron la ejecución del total de estaciones programadas (286), efectuando 199 estaciones de plancton (69,58%) y 247 oceanográficas (86,36%). Situaciones impredecibles que obedecen a una condición especial de altura de ola e intensidad-dirección del viento, que no permite por seguridad a bordo del personal de cubierta y seguros comprometidos de los equipos, realizar una estación bio-oceanográfica.

6.2 Objetivo específico 2.1. Estimar la abundancia (en número) y biomasa (en peso) del jurel en el área de estudio.

6.2.1 Zona y período de estudio.

La zona de estudio comprendió entre las cinco y doscientas millas de la costa, desde el sur de San Antonio ($34^{\circ}10'S$) a Talcahuano ($36^{\circ}44'S$), desde las 5 a 600 mn al sur de puerto Talcahuano y Lebu ($37^{\circ}40'S$), alcanzando las 700 mn desde puerto Saavedra a Corral ($39^{\circ}52'S$), y entre las 200 y 700 mn desde el sur de Corral a Isla Guafo (**Figura 1b, Tabla 1**).

**Tabla 1**

Distribuci3n de 1reas prospectadas en la zona de estudio.

Zona	Distancia	Naves
San Antonio (34°10'S) a Talcahuano (36°44'S)	5 - 200 mn	Terranova
Talcahuano (36°44'S) y Lebu (37°40'S),	5 - 600 mn	Terranova; Abate Molina
Pto Saavedra (38°50'S) y Corral (39°52'S),	5 - 700 mn	Terranova; Abate Molina, Biomar III
Corral (39°52'S) y isla Guafo (43°45'S),	200 - 700 mn	Abate Molina, Biomar III

La prospecci3n hidroacústica se llev3 a cabo entre el 29 de mayo y el 29 de julio del a±o 2009, a bordo del B/C "Abate Molina" operado por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) y los PAM "Biomar III" y "Terranova", de propiedad de Pesquera Bío-Bío S.A., e isla Quihua S.A, los cuales fueron arrendados para el presente estudio durante el perío do que va desde el 04 a 24 de junio y 02 a 23 de julio del a±o 2009, respectivamente.

6.2.2 Dise±o de muestreo.

El dise±o de muestreo utilizado en la evaluaci3n de jurel a través de método hidroacústico, correspondió a un dise±o de muestreo sistemático, considerando que la distribuci3n de los recursos es de carácter contagiosa y aleatoria respecto a la posici3n de las transectas (Shotton Bazigos 1984; Francis 1984, Simmonds *et al.*, 1991,1984 y 1992). Este tipo de dise±o es recomendado para obtener una adecuada informaci3n sobre la distribuci3n espacial de los recursos (Mac Lennan y Simmonds, 1992) y se reduce la varianza del estimador cuando la informaci3n presenta una gradiente de densidad en el sentido de las transectas.



Este dise1o propuesto para la evaluaci3n del jurel por Barbieri *et al.*, 1996, corresponde a muestreo sistem3tico de conglomerado de tama1o variable, donde cada conglomerado es asimilado a un tramo de navegaci3n denominado transecta, distribuy3ndose estas de manera equidistantes y perpendiculares al sentido de la costa (**Figura 1b**).

La estrategia de prospecci3n fue de tipo adaptativa (Barbieri *et al.*, 1996). Esto es, el 3rea de estudio se ajust3 latitudinalmente para incorporar sectores donde operaba la flota previo y durante el crucero de evaluaci3n, as3 como extender la longitud de las transectas cuando en sus extremos se detectaron agregaciones del recurso. En este sentido, el t3rmino "Adaptativo" no est3 relacionado con el concepto de "Adaptative Sampling" propuesto por Steven K. Thompson (1992).

La evaluaci3n ac3stica se llev3 a cabo con el sistema de eco integraci3n Simrad EK-60, utilizando la frecuencia de 38 Khz, con transductor de haz dividido, recolectando informaci3n relativa a la densidad de peces detectadas, desde los 3 a 500 m de profundidad. El rango din3mico de 160 dB y el nivel m3nimo de detecci3n de -70dB, permitieron la incorporaci3n de un amplio espectro de se1ales provenientes de blancos de tama1o peque1o (plancton) hasta peces de gran tama1o, distribuidos en forma dispersa o en densos card3menes sin perder se1al o saturarse.

La informaci3n ac3stica relativa a la densidad de peces se registr3 de manera continua durante la navegaci3n, discretiz3ndose en intervalos b3sicos de muestreo (IBM) de 0.5 mn, controlados por la interfase del sistema de eco integraci3n con el navegador satelital GPS.



Durante el crucero en la zona de estudio, se realizaron 21 transectas perpendiculares a la costa separada por 50 mn dentro y 25 mn fuera de la Zona Económica Exclusiva (ZEE), en atención a antecedentes de operación de la flota que indicaron ausencia del recurso en ZEE y presencia sobre las 200 mn de la costa.

La información requerida para estudios biológicos, fue obtenida desde muestreos contemporáneos realizados en naves de la flota cerquera industrial durante el crucero de evaluación, en atención al reducido número de lances y la no captura de jurel por parte de las naves participantes en la evaluación del recurso, dado la operación en el sector sur-oceánico y la amplia separación entre si de las agregaciones de jurel, la cuales están mas accesible a la captura con arte de cerco, al requerir el arrastre una continuidad de ellas durante su recorrido en la zona de pesca. En este sentido, embarque de observadores científicos en los PAM “Líder”, “Don Alfonso”, “Santa Maria I”, “Cazador” y “Vesterveg”, permitió superar el tamaño de muestra programado inicialmente de 800 y 900 ejemplares, así como cumplir con los niveles de muestra requeridos por los distintos análisis comprometidos en este estudio.

La consideración de la información recolecta desde la flota, se sustenta en el análisis estadístico entre las estructuras de tamaño de jurel colectada en los cruceros de evaluación (arrastre a mediagua) y por la flota cerquera de la VIII región (cerco), durante 2002 al 2008, estableciendo que diferencias estadísticas no son significativas a un 95 % de confianza, al obtener en la aplicación de test de Chi cuadrado valores calculados inferiores a los de tabla ($\alpha = 0,5$), para la serie histórica recolectada en la zona centro sur del país (**Tabla 2, Anexo I**).



Tabla 2
Resultados de comparaci3n estructura talla crucero y flota con prueba estadística de chi cuadrado (2002-2008)

Años	χ^2 calculado	χ^2 Tabla ($\alpha=0.95$)	N
2002	16,5	55,5	39
2003	6,3	55,8	44
2004	8,9	55,8	43
2005	8,1	43,8	35
2006	13,6	43,8	29
2007	19,2	55,8	36
2008	5,9	38,9	26

6.2.3 Calibraci3n

a) Ecosonda

La calibraci3n del sistema de eco integraci3n Simrad EK-60 (**Figura 4**), se realiz3 mediante el procedimiento establecido por su fabricante (Simrad, 2003), consistente en un proceso iterativo donde se mide las seńales de intensidad de blanco (TS) y eco integraci3n (Sa) provenientes de un blanco estándar (esfera de cobre de 60 mm de diámetro) de fuerza de blanco conocida, el cual es desplazado en el sector inscrito por los bordes del haz acústico. El proceso de medici3n de TS y el ajuste de las ganancias del sistema de eco integraci3n se realiza mediante las siguientes expresiones:

$$G_1 = G_0 + \frac{TS_m - TS_t}{2}$$



donde, G_1 es la nueva ganancia del transductor (dB), G_0 es la ganancia antigua del transductor (dB), TS_m intensidad de blanco medida (dB), y TS_t intensidad de blanco te3rico (dB).

El ajuste de ganancias de eco integraci3n (S_a), se efectúa mediante el siguiente procedimiento iterativo:

$$G_1 = G_0 + \frac{10 * \log \frac{S_{a_m}}{S_{a_t}}}{2}$$

siendo:

$$S_{a(t)} = \frac{4\pi * r_0 * \Phi_{bs} * 1852^2}{\psi * r^2}$$

donde;

- Φ_{bs} = secci3n dispersante de la esfera (dB),
- r = profundidad de la esfera (m),
- r_0 = profundidad de referencia (1 m),
- ψ = 3ngulo equivalente del haz acústico,
- S_{a_t} = S_a te3rico del blanco est3ndar,
- S_{a_m} = S_a medido del blanco est3ndar.

b) Embarcaciones

Previo a la realizaci3n de la evaluaci3n se efectuaron intercalibraciones entre las naves participantes, para lo cual se llevaron a cabo navegaciones conjuntas con una separaci3n de 0,5 mn entre ellas, a velocidades que variaron entre 6 y 9 nudos, registrando la informaci3n integradas dentro de un rango de profundidad de 500 m,



informaci3n que fue comparada mediante la aplicaci3n de una prueba estadística “t” Students para la media.

6.2.4 Medici3n de TS “*in situ*”.

La distribuci3n espacial y batimétrica del recurso, no fueron consistentes con las condiciones requeridas para disponer de blancos en condici3n resuelta, de modo que el algoritmo utilizado por el sistema ecosonda EK-60 para procesar la fuerza de blanco (TS) los discrimine como blanco aislados. En jurel, si bien es cierto se esperaba que esta condici3n se detectara principalmente durante la noche cuando los peces forman estrato asociados al proceso de alimentaci3n, esta no se registr3 al permanecer el recurso agrupado durante la prospecci3n acústica en la zona de estudio.

Luego, la evaluaci3n del recurso consider3 la fuerza de blanco promedio (TS), calculada a partir del modelo de regresi3n $TS = 20,11 \cdot \log(L) - 68,67$, determinado por C3rdova *et al.*, 1998, la cual considera la proporcionalidad entre el cuadrado de la longitud y la fuerza de blanco (Foote, 1986). Luego, el coeficiente de eco integraci3n en nÚmero (C_n) para cada talla $_k$ se calcul3, segÚn:

$$C_{nk} = (4\pi 10^{\frac{TS_k}{10}})^{-1}$$

6.2.5 Identificaci3n de especies.

La identificaci3n de especies en los ecorregistros acústicos se realiz3 mediante dos m3todos. El primero considera el comportamiento de los peces y el coeficiente volumétrico de dispersi3n (S_v), aplicado de acuerdo a la formulaci3n dada por Simrad y la metodología desarrollada por la Unidad de Acústica del IFOP (Guzmán *et al.*,



1983). El segundo corresponde a la interpretación de ecogramas en conjunto con los resultados de pesca obtenidos en las naves con observadores científicos a bordo durante el periodo del estudio.

Se debe destacar que en caso de jurel sus capturas son prácticamente monoespecíficas, presentando este recurso una escasa fauna asociada.

a) Método acústico (Guzmán *et al.*, 1983)

Este método considera el análisis de la forma geométrica de los cardúmenes y su relación con la señal acústica, según:

$$S_v = C_s \frac{V^2}{L_m D_m}$$

donde:

- Sv = Coeficiente volumétrico de dispersión promedio de la agregación.
- Cs = Constante de calibración electrónica del eco integrador que en el caso de EK-60 se incluye en la salida del equipo (V^2), mediante la calibración con blanco estándar de cobre.
- V^2 = Voltaje de salida del eco integrador
- Lm = Longitud de la agregación media en el ecograma (m).
- Dm = Altura media de la señal remitida por la agregación (m).

b) Pesca de identificación

Para validar la identificación efectuada mediante el examen de los ecogramas y método acústico, sobre la base de una fuerte captura mono específica y la buena



correspondencia entre las áreas donde se detectó por acústica el recurso y la posición de los lances de pesca considerados durante el estudio, se consideraron los resultados de los lances de pesca realizados por las naves industriales PAM “Líder”, “Don Alfonso”, “Santa Maria I”, “Cazador” y “Vesterveg”, las cuales contaron con observadores científico a bordo durante el periodo de evaluación,

6.2.6 Procesamiento de la información acústica

La información acústica corresponde al valor de densidad promedio, expresado en energía retrodispersada referida a una milla náutica cuadrada (S_a), y los valores de intensidad de blanco (TS) detectado dentro de los límites de integración del intervalo básico de muestreo (IBM), que es el criterio para discretizar la información acústica.

6.2.7 Estimación de la abundancia en número y biomasa en peso total y a la talla.

La metodología utilizada considera primero la estimación de la abundancia en número y biomasa a la talla y el total como su sumatoria, a diferencia de la utilizada desde 1997 al 2007 donde se calculaba la biomasa y abundancia total y posteriormente se distribuía a la talla. Este nuevo procedimiento aplicado a partir del 2008, no involucró cambios significativos en la biomasa, pero sí una mejora sustantiva en el nivel de precisión de los estimados acústicos de jurel (**Anexo II**). Luego, la abundancia y biomasa total de jurel se estimó según:



$$\hat{A}_T = \sum_k \hat{A}_k$$

$$\hat{B}_T = \sum_k \hat{B}_k$$

Los estimadores de la abundancia y biomasa por clase de talla están dadas respectivamente por:

$$\hat{A}_k = a \hat{C}_{nk} \hat{R}_k$$

$$\hat{B}_k = \hat{A}_k \hat{w}_k$$

Donde:

A_k = abundancia a la talla k en número.

a = área de distribución del recurso en millas náuticas cuadradas (mn^2).

C_{nk} = factor o coeficiente de eco integración a la talla k ($\text{n}/\text{mn}^2/\text{S}_a$)

\bar{w}_{kj} = peso promedio a la talla k, expresado en toneladas (t).

A_T = abundancia total.

B_T = biomasa total.

R_k = razón de lecturas acústicas por I. B. M. a la talla k.

Siendo,

$$\hat{R}_k = \hat{R} \hat{P}_k$$

Donde, \hat{R} es lectura acústica total y \hat{P}_k la estructura de tallas estimada mediante la siguiente expresión:



$$\hat{P}_k = \sum_{i=1}^m \frac{C_i}{C_t} \hat{P}_{ik}$$

$$C_t = \sum_{i=1}^m C_i, \dots$$

$$\hat{P}_{ki} = \frac{n_{ik}}{n_i}; i = 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, \dots, K$$

Siendo,

- i = indica el lance de pesca
- k = indica la clase de talla
- C_i = captura en n3mero obtenidos en el lance de pesca “ i ”.
- n_i = muestra de ejemplares del lance “ i ”.
- n_{ik} = ejemplares de talla “ k ” en el lance “ i ”.
- m = n3mero de lances efectuados en el 3rea (a) o de pesca.
- P_k = frecuencia de la talla k obtenida desde la estructura de tallas de los lances de pesca realizados en el 3rea (a).

El estimador de raz3n (\hat{R}) se obtuvo mediante los m3todos Hansen, Wolter, Bootstrap y Variables Regionalizadas.

El 3rea de distribuci3n de los recursos se determin3 delimitando los contornos de la distribuci3n, resultando en una figura geom3trica georeferenciada, realiz3ndose el c3lculo seg3n:

$$a = \int_{L_0}^{L_1} \int_{g_0}^{g_1} \phi(L, g) dL dg$$



Donde:

L_0 y L_1 = l3mites en latitud, referidas a millas n3uticas

g_0 y g_1 = l3mites en longitud, referida a millas n3uticas, corregida por loxodr3mica.

$\Phi(L,g)$ = Funci3n geom3trica del 3rea que encierra a la distribuci3n del recurso.

Las 3reas se determinaron mediante programas de sistema de informaci3n georreferenciadas (IDRISI, Windows 2,0), en atenci3n a que ellos incorporan correcciones a la longitud por la proyecci3n loxodr3micas.

- **Hansen y Wolter.**

El estimador de raz3n de Hansen (Hansen *et al.*, 1953) y Wolter (Wolter 1985), que denotaremos por (\hat{R}_1) de las lecturas ac3sticas del eco integrador (\hat{S}_a) por I.B.M. esta dado por:

$$\hat{R}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{\sum_{i=1}^n Y_i}$$

donde,

i = denota la transecta $i = 1, 2, \dots, n$.

n = muestra de transectas cubiertas en el 3rea de estudio.

X_i = densidad de la transecta i -3sima.

Y_i = n3mero de I.B.M. en la transecta i -3sima.

- **Bootstrap**

El estimador de \hat{R} seg3n el m3todo Bootstrap se calcula seg3n (Robotham y Castillo, 1990):



$$\bar{\hat{R}}_2 = \sum_{j=1}^G \frac{\hat{R}_j}{G}$$

Siendo \hat{R}_j un estimador de raz3n obtenido de la j -*esima* iteraci3n de muestra de tama1o “ n ” seleccionada, con reposici3n, de la muestra original y “ G ” representa la cantidad total de iteraciones bootstrap.

- **Variables regionalizadas**

Otro estimador de biomasa a utilizar, corresponde al propuesto por Petitgas (1991) el cual considera que la biomasa depende de la geometr3a del 1rea de distribuci3n del recurso y estima su densidad (Z), que es equivalente a la raz3n \hat{R} , solo en dicha 1rea (V) mediante la expresi3n:

$$Z_v = \frac{1}{V} \int Z(x) dx$$

donde Z_v es un estimador de la densidad media ponderada de las muestras, que en aquellos casos donde las muestras provienen de una grilla regular, y poseen igual 1rea de influencia, el estimador de Z_v se calcula como la media aritm3tica de los datos de S_a por intervalo b1sico de muestreo.

Las lecturas ac3sticas del eco integrador por I.B.M corresponden a la expresi3n:

$$S_a = 4 \pi \bar{S}_v R_0^2 (1852m/mn)^2$$



donde,

- \bar{S}_V = coeficiente volumétrico de dispersi3n promedio (m^2/m^2).
- R_0 = profundidad de referencia del blanco (1 m).
- r_1, r_2 = límites de profundidad superior e inferior de la eco integraci3n.
- 1.852 = factor de transformaci3n de m a mn.

6.2.8 Estimaci3n de la varianza para abundancia en nÚmero y biomasa en peso.

La varianza de la abundancia se estima mediante la siguiente expresi3n:

$$\hat{V}(\hat{A}_k) = a^2 [\hat{V}(\hat{C}_{nk})\hat{R}_k^2 + \hat{V}(\hat{R}_k)\hat{C}_{nk}^2 - \hat{V}(\hat{R}_k)\hat{V}(\hat{C}_{nk})]$$

En tanto la varianza de la biomasa se obtiene a travÉs del estimador:

$$\hat{V}(\hat{B}_k) = \hat{V}(\hat{A}_k)\hat{w}_k^2 + \hat{V}(\hat{w}_k)\hat{A}_k^2 - \hat{V}(\hat{A}_k)\hat{V}(\hat{w}_k)$$

De igual manera, la varianza del estimador “ \hat{R}_k ” se estima mediante,

$$\hat{V}(\hat{R}_k) = \hat{V}(\hat{P}_k)\hat{R}_k^2 + \hat{V}(\hat{R})\hat{P}_k^2 - \hat{V}(\hat{R})\hat{V}(\hat{P}_k)$$

Por su parte, la varianza del estimador del parÁmetro “ P_k ” es obtenida mediante el estimador dado por la siguiente expresi3n:

$$\hat{V}(\hat{P}_k) = \left[\frac{1}{m} - \frac{1}{M} \right] \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m \frac{C}{C_i} (\hat{P}_{ik} - \hat{P}_k) + \frac{1}{m-M} \sum_{i=1}^m \frac{C}{C_i} \left[\frac{1}{n_i} - \frac{1}{N_i} \right] \hat{S}_{ki}^2$$



Donde,

- i = denota el lance $i = 1, 2, \dots, m$
- M = n3mero de lances que pueden ser realizados en el 3rea
- m = muestra de lances realizados en el 3rea
- N_i = ejemplares en el lance "i", $i = 1, 2, \dots, m$
- n_i = muestra de ejemplares medidos en el lance "i", $i = 1, 2, \dots, m$

$$C_t = \sum_{i=1}^{n_i} C_i$$

$$\bar{C}_t = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m C_t$$

$$\hat{S}_{ki}^2 = \frac{1}{n_i - 1} \hat{P}_{ki} [1 - \hat{P}_{ki}]$$

La varianza del factor o coeficiente de eco-integraci3n en n3mero " \hat{C}_{nk} " se estima seg3n:

$$\hat{V}(\hat{C}_{nk}) = (4\pi)^{-2} (10)^{-2(0.1\bar{TS}+1)} \ln^2(10) \hat{V}(\bar{TS}_k)$$

Donde,

$$\hat{V}(\bar{TS}_k) = \hat{V}(\hat{\alpha}) + \log^2(L_k) \hat{V}(\hat{\beta}) + 2 \log L_k \text{cov}(\hat{\alpha}, \hat{\beta})$$

Siendo,

- α y β = coeficientes de la regresi3n fuerza de blanco y longitud, " \bar{TS} ".
- l_k = longitud a la talla "k".



Para los diseños sistemáticos como el propuesto en esta evaluación, donde se considera un único punto de arranque para la muestra, no es posible obtener un estimador de varianza que sea insesgado ni consistente. Luego, considerando que hay un amplio conjunto de estimadores aproximados que pueden ser usados con resultados razonablemente buenos, particularmente cuando la población en estudio no presenta periodicidad en relación a la selección de la muestra sistemática, se obtendrán al menos tres estimadores alternativos para la varianza de la razón.

– **Conglomerado de tamaños desiguales (Hansen *et al.*, 1953)**

$$\hat{V}_1(\hat{R}) = \left(1 - \frac{n}{N}\right) \frac{1}{n\bar{y}^2} (S_x^2 + \hat{R}^2 S_y^2 - 2 \hat{R} S_{xy})$$

donde N y n representan el número total de transectas en el área y en la muestra respectivamente y:

$$S_{xy} = \sum_1^n \frac{(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n-1}$$

$$S_x^2 = S_{xx} ; S_y^2 = S_{yy}$$

$$\bar{x} = \sum_1^n \frac{x_i}{n} ; \bar{y} = \sum_1^n \frac{y_i}{n}$$

donde el intervalo de confianza $(1-\alpha)$ para la biomasa \hat{B} está dado por la expresión:

$$\hat{B} \pm t_{1-\alpha/2} \hat{A} \sqrt{\hat{V}_i(\hat{R})}$$



– **Estratos agrupados (Wolter, 1985)**

$$\hat{V}_2(\hat{R}) = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{n}{N}\right) \frac{\hat{R}^2}{n(n-1)} (S_x^2 + S_y^2 - 2 S_{xy})$$

donde:

$$S_{xy} = \sum_1^{n-1} \frac{(x_i - x_{i+1})(y_i - y_{i+1})}{xy}$$

$$S_x^2 = S_{xx} ; S_y^2 = S_{yy}$$

El intervalo de confianza $(1-\alpha)$ para la biomasa, se estima por la expresi3n:

$$\hat{B} \pm t_{1-\alpha/2} \hat{A} \sqrt{\hat{V}_i(\hat{R})}$$

– **M3todo bootstrap (Robotham y Castillo, 1990)**

$$\hat{V}_3(\hat{R}) = \frac{1}{(G-1)} \sum_{i=1}^G (\hat{R}_i - \bar{\hat{R}})^2$$

$$\bar{\hat{R}} = \sum_{i=1}^G \frac{\hat{R}_i}{G}$$

donde \hat{R}_i es un estimador de raz3n obtenido de la i -3sima muestra de tama1o n seleccionada con reposici3n de la muestra original, y G representa la cantidad total de iteraciones bootstrap.



El intervalo de confianza $(1-\alpha)$ para el estimador de la biomasa, est1 dado por el percentil corregido (BC):

$$\hat{F}^{-1}\{\phi(2Z_o - Z_\alpha)\}$$

donde \hat{F}^{-1} es la funci3n inversa de la distribuci3n acumulada de $\hat{F}(\hat{R})$, definida por:

$$\hat{F}(\hat{R}) = \text{Prob}(\hat{R}_x \leq \hat{R}) \text{ y } Z_o = \phi^{-1}(\hat{F}(\hat{R}))$$

– M3todo de las variables regionalizadas (Petitgas 1991)

Otro estimador de varianza de la biomasa utilizado, correspondi3 al m3todo intr3nseco propuesto por Petitgas (1991 y 1993), quien aplica principios de geoestadística a la estimaci3n de varianza de datos pesqueros geogr1ficamente correlacionados, mediante la expresi3n:

$$\sigma_e^2 = 2 \bar{\gamma}(S, V) - \bar{\gamma}(V, V) - \bar{\gamma}(S, S)$$

donde, los t3rminos de la ecuaci3n se pueden representar mediante sus respectivos variogramas $(\gamma(h))$, y

$$\bar{\gamma}(S, S) = \frac{1}{n^2} \sum_{\alpha} \sum_{\beta} \gamma(x_{\alpha} - x_{\beta})$$

$$\bar{\gamma}(S, V) = \frac{1}{nV} * \sum_{\alpha} \int_v \gamma(x_{\alpha} - y) dy$$

$$\bar{\gamma}(V, V) = \frac{1}{V^2} \int_{\alpha} \int_v \gamma(x - y) dx dy$$

siendo V el 1rea de distribuci3n del recurso en el 1rea de estudio, α y β los 3ndices de los intervalos b1sicos de muestreo y n el n3mero de muestras en V.



La varianza σ_e^2 depende de la estructura espacial a trav3s de tres factores geom3tricos: la geometr3a del campo para $\gamma(V, V)$; de la disposici3n entre los intervalos b3sicos de muestreo para $\bar{\gamma}(S, S)$ y de la posici3n de la red de muestreo en el campo para $\bar{\gamma}(S, V)$ (Petitgas y Prampart, 1993).

6.2.9 Medida de precisi3n del estimado

Con el objeto de disponer de una medida de la precisi3n alcanzada en el estimado de biomasa, se utiliza el coeficiente de variaci3n y el porcentaje de error del estimado.

a) Coeficiente de variaci3n (Cv)

$$Cv = \frac{\sqrt{V_{\bar{x}}}}{\bar{X}}$$

donde:

- $V_{\bar{x}}$ = varianza de la media
- \bar{X} = media muestral

b) Porcentaje de error (E %)

$$E \% = \frac{t(1 - \frac{\alpha}{2}) \times \sqrt{\hat{V}(\hat{B})}}{\hat{B}} \times 100$$

- $V(B)$ = Varianza de la biomasa.
- B = Biomasa
- t = estad3stico "t" de Student
- α = nivel de confianza de un 95%



6.3 Objetivo específico 2.2.- Estimar la composición de talla, peso, edad y proporción sexual del stock de jurel, en el área de estudio

El desarrollo de este objetivo considera la información proveniente de los muestreos biológicos específicos, realizados a bordo de las naves pesqueras industriales que contaron con observadores científicos a bordo de ellas durante el periodo de estudio.

6.3.1 Muestreo a bordo

Muestreo de longitud

El muestreo de longitud se efectuó sobre una muestra de 100 ejemplares de jurel elegidos al azar. Cada uno de los ejemplares se midió y clasificó por categoría de tamaños cada un centímetro, utilizando para tal efecto un lctiometro. Posteriormente, en cada categoría de tamaño, los ejemplares se clasifican por sexo (machos, hembras e indeterminados).

Muestreo biológico y otolitos y estómagos

Este tipo de muestreo es independiente del muestreo de longitud y consiste en seleccionar de cada lance al azar 50 ejemplares de jurel, sobre el cual se realizan las siguientes mediciones: longitud horquilla, peso total, peso eviscerado, peso de gónada, sexo y estado de madurez. Además se extraen otolitos y colectan estómagos registrando todas las medidas en formularios. En este sentido las muestras de estómagos y material biológico que se consideró importante se preservaron para su análisis en laboratorio en tierra, fijando en una solución diluida de 3 a 1 de formalina (folmaldehido 37%) en 30 lts de agua de mar y 2,5 g de boráx en polvo.



Relaci3n longitud–peso

La estructura de pesos se determin3 utilizando los pesos por tallas provenientes del muestreo biol3gico. Para analizar la relaci3n entre la longitud y el peso de jurel, se considera el an3lisis de regresi3n lineal simple linearizado, modelo que estima los par3metros de la curva mediante m3nimos cuadrados ordinarios. Considerando que la variable peso se relaciona con la variable longitud a trav3s de una relaci3n potencial, para ajustar la regresi3n se utiliza una transformaci3n logar3tmica, seg3n el modelo:

$$y = \beta_0 X^{\beta_1}$$

$$\log(y) = \log \beta_0 + \beta_1 \log(x)$$

Donde “y” es el peso de los ejemplares y “x” corresponde a la longitud de los individuos, β_0 y β_1 son los par3metros del modelo, siendo el primero el intercepto o la constante, y el segundo la pendiente o coeficiente de regresi3n, que en t3rminos biol3gicos corresponde al 3ndice o tasa de crecimiento relativo.

6.3.2 Estructura de talla

Con el fin de efectuar la estimaci3n de abundancia en n3mero y biomasa en peso para jurel en la zona de estudio, se analizaron las estructuras de tallas obtenidas en los lances de los PAM L3der”, “Don Alfonso”, “Santa Maria I”, “Cazador” y “Vesterveg”, con el fin de establecer la existencia de diferencias estad3sticas significativas que determinen una estratificaci3n de la informaci3n y posterior c3lculo de la abundancia y biomasa.



Las distintas estructuras de tallas fueron testeadas mediante la aplicaci3n del m3todo D3cima de Hip3tesis Generalizada (DHG) el que compara mediante chi cuadrado, la homogeneidad en las distribuciones de tallas.

La d3cima para comparar la igualdad de la distribuci3n o estructura de tallas obtenida de los muestreos, con la distribuci3n o estructura de tallas combinadas, puede ser planteada a partir de la siguiente hip3tesis nula a probar:

H₀ : La estructura de tallas de todos y cada uno de los muestreos es igual a la estructura de tallas combinadas,

es decir:

$$H_0 : \hat{P}_{ki} = P_{pk};$$

Para todo $i = 1, 2, \dots, r$; $k = 1, 2, \dots, K$.

Como se indicara, la estadística de prueba a utilizar se basa en la distribuci3n χ^2 y est3 dada por la expresi3n indicada a continuaci3n:

$$\chi_i^2 = \sum_{k=1}^k \frac{[n_{ik} - n_i P_{pk}]^2}{n_i P_{pk}}$$
$$\chi^2$$
$$i = 1, 2, \dots, r$$

Estadística que se distribuye como una distribuci3n $\chi^2_{(k-1)}$

La estructura de la d3cima de Heterogeneidad Generalizada, est3 dada como sigue:



$$H_0 : P_{pk} = P_{pk} ;$$

para todo i ;

$$i = 1, 2, \dots, r.$$

$$H_1 : P_{ki} \neq P_{pk}$$

para todo $i; i = 1, 2, \dots, r.$

La estadística de prueba, está dada por la relación siguiente:

$$X_{RH}^2 = \sum_{i=1}^r x_{i(k-1)}^2 - X_p^2$$

donde,

$$X_{RH}^2 \approx X_{((r-1)-(k-1))}^2$$

$$X_p^2 = \sum_{i=1}^r \frac{[n_k - n_k P_k]^2}{n_k P_k}$$

$$n_i = \sum_{k=1}^k n_{ik}$$

El criterio de decisi3n respecto de la hip3tesis nula H_0 , señaala que esta ser3 rechazada si el valor observado de $x_{RH}^2 > x_{c(r-1)(k-1)}^2$ a un nivel de significaci3n previamente definido



6.3.3 Estimación de la abundancia a la edad

- **Lectura de otolitos**

Corresponde al proceso de determinación de edad de las muestras de otolitos, mediante el análisis de las marcas anuales presentes en estas estructuras y la asignación del grupo de edad al cual pertenecen los ejemplares de acuerdo a la edad determinada, el período de captura y la fecha de nacimiento arbitrario adoptada

Los otolitos leídos corresponden a una submuestra aleatoria obtenida del total de otolitos recolectados en el crucero. El tamaño de la muestra se estableció mediante un procedimiento estadístico que considera entre otras cosas, la zona de estudio, las clases de tallas y los grupos de edad presentes. Esto permite asegurar la representatividad que debe tener la submuestra analizada de la estructura de la población.

- **Elaboración de la clave edad-talla.**

La clave edad-talla es una matriz que permite clasificar las edades de los individuos en grupos de edad (GE), según la longitud de los peces observados, calculando además la probabilidad de pertenencia para los diferentes estratos. Luego, en la clave edad-talla, se clasifica las lecturas de cada otolito por grupo de edad y de ello se estima la probabilidad según la expresión:

$$q_{ij} = n_{ij} / n_j$$



donde:

- i : grupo de edad
- j : longitud total del pez
- q_{ij} : probabilidad de los individuos de longitud "j" de pertenecer a un GE dado
- n_{ij} : número de individuos de edad "i" con longitud "j"
- n_j : número total de individuos de longitud j.

- **Expansión de la abundancia a los grupos de edad**

La abundancia por grupos de edad se obtiene aplicando el siguiente procedimiento:

$$N_j = (f_j / \sum_j^n f_j) N_t$$

$$N_{ij} = p_{ij} N_j$$

$$N_i = \sum N_{ij}$$

donde:

- N_j : número estimado de individuos a la longitud "j"
- N_{ij} : número estimado de longitud "j" que pertenecen a la edad "i"
- N_i : número estimado de individuos a la edad "i"
- N_t : número total de peces

Haciendo referencia de N_i con respecto a N_t , se obtiene la proporción con que participa cada GE en la captura.



6.3.4 Varianza de la abundancia a la edad (Southward, 1976)

La varianza de la abundancia a la edad se determin3 a partir de:

$$\hat{N} = \hat{N}_i \times \hat{P}_i$$

donde, \hat{N}_i es el n3mero total de peces estimados en la captura, y:

$$\hat{P}_i = \sum_{j=1}^L l_j q_{ij}$$

Luego, la varianza de p_i y N_i son:

$$\hat{V}(\hat{P}_i) = \sum_{j=i}^L \left(\frac{l_j^2 q_{ij} (1 - q_{ij})}{n_j - 1} + \frac{l_j (q_{ij} - P_i)^2}{N} \right)$$

$$\hat{V}(\hat{N}_i) = P_i^2 \hat{V}(\hat{N}) + \hat{N}^2 \hat{V}(P_i) - \hat{V}(\hat{N}) \hat{V}(P_i)$$

donde,

- l_j : proporci3n de peces que pertenecen al estrato de longitud j
- N : tama3o de la muestra de longitudes
- n_j : tama3o de la submuestra de edad en el estrato de longitud j
- q_{ij} : proporci3n de n_j peces clasificados en el grupo de edad i
- L : n3mero de estratos de longitud

El primer t3rmino de la expresi3n entre par3ntesis corresponde a la varianza dentro de los estratos de longitud y el segundo a la varianza entre los estratos de longitud.



6.4 Objetivo espec3fico 2.3. Determinar la composici3n de los principales 3tems alimentarios del jurel en el 3rea de estudio.

6.4.1 Colecta de las muestras

Los est3magos se obtuvieron a partir de los muestreos biol3gicos con ejemplares recolectados en los lances de pesca, realizados por los PAM L3der", "Don Alfonso", "Santa Maria I", "Cazador" y "Vesterveg" en la zona de estudio. Las muestras de est3magos y material biol3gico se preserv3 fijando en una soluci3n diluida de 3 a 1 de formalina (folmaldehido 37%) en 30 lts de agua de mar y 2,5 g de bor3x en polvo, para su an3lisis en laboratorio en tierra

6.4.2 An3lisis de la informaci3n

El an3lisis del contenido estomacal de jurel se efectu3 en los laboratorios de la Universidad Cat3lica de Valpara3so, y consider3 la identificaci3n de los 3tems presa al nivel taxon3mico m3s bajo posible, seg3n su estado de digesti3n. El an3lisis del bolo alimenticio fue efectuado utilizando los m3todo gravimetrico, num3rico y de frecuencia de ocurrencia (Hynes, 1950)

La importancia relativa de cada tax3n de presa en la dieta de jurel se analiza mediante los siguientes 3ndices:

a) 3ndice de Importancia Relativa

La importancia relativa de cada tax3n de presa se obtuvo mediante un 3ndice combinado, denominado 3ndice de Importancia Relativa estandarizado a 100% (%IIR) propuesto por Cort3s (1997), el cual es una modificaci3n al IIR descrito por Pinkas **et**



al., 1971. Este IIR estandarizado presenta como principal ventaja el permitir y facilitar la comparaci3n entre estudios dietarios, estimándose como:

$$\% IIR = 100 IIR_i / \sum_i^n IIR_i$$

donde,

$$IIR_i = [(N_i \% + P_i \%)* F_i \%]$$

- N = porcentaje en nmero: recuento de cada tax3n de presa encontrado en los est3magos de la especie predador analizado.
- P = porcentaje en peso de cada tax3n de presa, expresado en forma porcentual respecto del peso total de todos los taxa de presa.
- F = porcentaje de la frecuencia de aparici3n de cada tax3n presa, expresado en forma porcentual.
- i = tax3n o ítem presa i = 1, 2,..., n.

b) Índice de estrategia alimentaría

Tambi3n se explor3 con otros indicadores alimentarios relacionados con aspectos ecol3gicos, a fin de definir si en su alimentaci3n es especialista o generalista, considerando para ello la amplitud del nicho a trav3s del siguiente indicador (Amundsen *et al.*, 1996):

$$P_i = (\sum S_i / \sum S_{ti}) * 100$$



donde:

- P_i = abundancia específica de la presa “i”.
- S_i = contenido estomacal (peso) compuesto por la presa “i”.
- St_i = contenido total de los estómagos en que la presa “i” estuvo presente.

Este índice permite reconocer la estrategia alimentaria de un depredador, al asociarse la alta diversidad en su dieta a un carácter generalista, mientras que una baja diversidad representa una estrategia alimentaria especialista o restringida.

c) Índice de Selectividad de Presas por Tamaño

El tamaño de las presas se determinó por medio del índice de selectividad de presas por tamaño, ISU, utilizado, por Ursin (1973)

$$U = \ln\left(\frac{w_i}{w_j}\right)$$

donde: w_i es el peso del depredador i ; w_j es el peso del taxón de presa j en el contenido estomacal de i . En este sentido, se considera que el valor promedio del índice ISU representa el tamaño medio entre predador y sus presas, y que la desviación estándar es una mediada relativa de selectividad, siendo inversamente proporcional a esta (Arancibia y Neira 2002).



6.5 Objetivo espec3fico 2.4.- Determinar la distribuci3n espacial y batim3trica del jurel y del zooplancton, con especial 3nfasis en los principales 3tems alimentarios del jurel, en el 3rea de estudio y su relaci3n con las condiciones oceanogr3ficas.

6.5.1 Distribuci3n espacial y batim3trica del recurso

La distribuci3n espacial del jurel en el 3rea prospectada, se presenta como una carta de contorno, en donde 3stos representan curvas que unen puntos de igual densidad, permitiendo de esta manera destacar las 3reas de mayor concentraci3n de los recursos (Simmonds y MacLennan, 2005).

Los mapas de distribuci3n espacial se confeccionaron mediante el uso del programa SURFER (versi3n 8.0), realizando una interpolaci3n con el m3todo de la distancia inversa al cuadrado entre las unidades b3sicas de muestreo y transectas cercanas, trazando l3neas de isodensidad de acuerdo a las categor3as se3aladas y descrita en la **Tabla 3**.

Tabla 3

Agregaci3n de jurel por categor3as de densidad.

Categor3as	Intervalos (t/mn ²)	Calificaci3n de densidad
I	1-75	Muy baja
II	76-150	Baja
III	151-300	Regular
IV	301-mayor	Muy densa

La distribuci3n batim3trica se determin3 a partir de la lectura de los ecogramas, midiendo la distancia a la cual se ubican las agregaciones de jurel, registrando en cada intervalo b3sico de muestreo la profundidad superior e inferior de las agregaciones as3 como su nivel de densidad ac3stica, agrupando posteriormente



esta informaci3n en intervalo de 10 metros de profundidad para los distintos niveles de densidad registrado (categorías I, II, III, IV) establecidos en la **Tabla 3**. Los resultados para las distintas categorías, así como el total de las agregaciones de jurel detectadas en la zona de estudio, se presentan en gráficos o histogramas.

6.5.2 Análisis de la distribuci3n del recurso.

Con el fin de establecer indicadores del grado de agregaci3n relativo de jurel, se utilizaron los índices de presencia (IC), densidad (ID) e índice de Pennington. En tanto la caracterizaci3n de las estructuras espaciales se realizó mediante el uso de correlogramas y variogramas, herramientas analíticas que permiten describir la estructura espacial de una variable (Maravelias *et al.*, 1996, Maynou *et al.*, 1998).

a) Índice de presencia (IC), de abundancia relativa (ID) y Pennington (1983).

El índice de presencia (IC) muestra el porcentaje del área ocupada en forma efectiva por la especie, brindando el grado de concentraci3n presente en el recurso, calculándose como:

$$IC(\%) = \frac{IBM^{(+)}}{IBM^{(t)}}$$

donde,

$IBM^{(+)}$ = observaciones acústica con presencia de jurel

$IBM^{(t)}$ = observaciones totales.



La abundancia relativa (ID) es determinada por el 3ndice de densidad, e indica la concentraci3n de jurel en las IBM's con presencia de jurel. Su estimaci3n es:

$$ID(t/mn^2) = \frac{\sum_{n=1}^i Sa * C}{IBM^{(+)}}$$

donde,

- Sa = es la densidad promedio por IBM,
C = constante de transformaci3n (t/mn²/Sa)

En tanto, el estad3stico de Pennington considera tanto la densidad como la probabilidad de presencia de la especie de inter3s y su varianza, estim3ndose como:

$$c = \left(\frac{m}{n}\right) e^{\bar{y}} G_m(r),$$

donde:

m : Cantidad de estaciones (observaciones) positivas.

n : Total de estaciones.

\bar{y} : Media de la variable transformada a logaritmo natural

$G_m(r)$: Funci3n de la varianza de la variable transformada a logaritmo de la forma:

$$G_m(r) = 1 + \frac{(m-1)r}{m} + \frac{(m-1)^3 r^2}{2!m^2(m+1)} + \frac{(m-1)^5 r^3}{2!m^3(m+1)(m+3)} + \dots,$$

donde,

$$r = \frac{s^2}{2},$$

siendo s^2 el estimador de varianza para la variable transformada a logaritmo.



Puede apreciarse que $G_m(r)$ es una serie infinita que depende de la varianza de los datos transformados a logaritmo y de la cantidad de valores distintos de cero.

La varianza de la densidad media estimada viene dada por:

$$\hat{V}(c) = \left(\frac{m}{n}\right) e^{(2\bar{y})} \left[\left(\frac{m}{n}\right) G_m^2(r) - \frac{(m-1)}{(n-1)} G_m \left(\frac{(m-2)}{(n-1)} 2r \right) \right]$$

b) Descripci3n de estructuras espaciales

Las caracteristicas de las agregaciones de jurel, se determinaron mediante la construcci3n de correlogramas, lo cual permite visualizar y cuantificar la existencia de macroestructuras en datos ac3sticos (Barbieri, 1981; Barbieri y C3rdova, 1986, C3rdova *et al.*, 1995). El correlograma es determinado mediante la expresi3n:

$$R_0 = \frac{n_i * \sum_{i=1}^{n-k} (Y_{ji} - \bar{Y}_i)(Y_{j_{i+1}} - \bar{Y}_i)}{(n_i - k) \sum_{i=1}^{n_i} (Y_{ji} - \bar{Y}_i)^2}$$

donde,

- k = orden de autocorrelaci3n
- Y_{ij} = densidad j-3sima de la transecta i-3sima
- Y_i = densidad media de la transecta i-3sima
- n_i = n3mero de I.B.M. en la transecta i-3sima
- n = n3mero total de observaciones



c) Estructura espacial de la distribución

La estructura espacial de la distribución del jurel se analizó a través del estudio del semivariograma, procedimiento utilizado por Foote y Rivoirard (1992) y Petitgas (1993). Procedimiento aplicado desde 1995, en las evaluaciones hidroacústicas de recursos pelágicos zona norte (Castillo *et al.*, 1995), y merluzas por Lillo *et al.*, 1995.

El variograma está dado por:

$$y(h) = \frac{E(z(x+h) - z(x))^2}{2}$$

donde,

- z = densidad de peces en unidad de Sa,
- x = vector de posición de la medición de la IBM
- y (h) = vector de magnitud h o distancia entre la posición de z (h) a z (h+1)

6.5.3 Muestreo de zooplancton.

Las estaciones planctónicas se realizaron sobre el track de navegación acústico a 10, 25, 50, 75, 100 130, 160 y 200 mn de la costa en la zona comprendida entre las 5 y 200 millas y a 230, 260, 300, 330, 360, 400, 460, 500, 530, 560, 600, 630, 660 y 700 mn para la zona oceánica situada al sur de Talcahuano (36°44'LS).

En todas las embarcaciones, se realizaron pescas planctónicas a través de lances oblicuos diurnos y nocturnos con redes tipo Bongo de 65 cm de diámetro de boca y mallas de 300 µm de abertura, provistas de medidores de flujo TSK calibrados, a objeto de poder determinar el volumen de agua filtrada en cada uno de los lances.



La calibración de los flujómetros utilizados durante el crucero, se realizó de acuerdo a la metodología propuesta por Smith y Richardson (1979) y metodología estándar del Instituto Nacional de Hidráulica de Chile, ajustándose una regresión lineal entre las revoluciones del flujómetro (N) en rev/s y la velocidad de arrastre del red (V) en m/seg, determinando las siguientes ecuaciones de calibración:

- **B/C “Abate Molina” (TSK 7038):**

$$V = 0,1354 * N + 0,091889$$

- **PAM “Biomar III ” (TSK 5271):**

$$V = 0,1375 * N + 0,125062$$

- **PAM “Terranova ” (TSK 6082):**

$$V = 0,1376 * N + 0,125063$$

Se realizaron pescas planctónicas nocturnas a través de arrastres oblicuos, considerando una profundidad máxima de 210 m o 5 m sobre el fondo, en tanto que, para las pescas diurnas se consideró información de tipo complementaria, como es la profundidad de la capa de dispersión profunda que proporciona los equipos Simrad EK-60.

Las pescas planctónicas se realizaron calando la red a una velocidad aproximada de 0,3 m/s e izándola a 0,8 m/s, después de mantener una estabilización de 40 segundos a máxima profundidad.



Durante cada lance, la velocidad del buque se mantuvo entre 1 y 3 nudos, dependiendo de las condiciones climáticas del momento y del estado del mar, de manera de mantener un ángulo aproximado del cable de 45° y 50°, con el viento a babor.

La profundidad real de muestreo fue corregida mediante la medición periódica cada 10 m, del ángulo del cable a través de un clinómetro manual, para posteriormente mediante una función de trigonometría y el ángulo promedio, determinar la profundidad real de arrastre de la red.

6.5.4 Procesamiento y análisis de las muestras zooplanctónicas

Las muestras obtenidas en cada estación fueron fijadas inmediatamente después de extraídas de los copos colectores y almacenadas en frascos previamente etiquetados con una solución de formalina al 5% en agua de mar, neutralizada con disodio tetraborato, para mantener así una óptima preservación de los ejemplares.

En el laboratorio y para los análisis cualitativo y cuantitativo del zooplancton se emplearon microscopios estereoscópicos, marca Nikon y Zeis con aumentos de 8 a 50 veces. Para cada grupo zooplanctónico presente se cuantificó su abundancia. El conteo de los organismos poco abundantes se realizó sobre la muestra total, principalmente cuando se trató de la presencia del grupo de los eufáusidos, por ser un ítem importante en la alimentación de jurel en la zona de estudio. En la cuantificación de aquellos zooplancteres cuyas densidades fueron muy grandes, se utilizó para su subdivisión el submuestreador Folsom (Smith y Richardson, 1979; Boltovskoy, 1981 y Griffiths *et al.*, 1984).



La fracción de la muestra subdividida sobre la cual se realizó el recuento y clasificación de los organismos, fue extrapolada posteriormente al total de la muestra analizada. La abundancia o densidad del zooplancton cuantificado fue estandarizada y expresada en número de individuos presentes en 1.000 m³ de agua de mar filtrada, su representación gráfica se realizó en base a la escala métrica log² que permite determinar clases de abundancia con valores equidistantes (Frontier, 1980), así como el software ad hoc SURFER 8.0.

En el análisis se determinaron los organismos zooplanctónicos más abundantes en términos numéricos (frecuencia de ocurrencia y dominancia numérica), dando especial énfasis al grupo de los eufáusidos y los grupos que han sido componentes importantes del plancton a través del tiempo.

La separación de las muestras consideró el período entre las 8:00–17:59 horas como diurno y entre las 18:00–7:59 horas como nocturno. La existencia de diferencias estadísticamente significativas entre la abundancia relativa media de los grupos de mayor dominancia, capturados en lances diurnos y nocturnos, se probó mediante el análisis no-paramétrico de Kruskal-Wallis, a un nivel de confianza del 95 %.

Los grupos zooplanctónicos se clasificaron en base al ordenamiento sistemático formulado por Bougis (1974) y Barnes (1986), utilizando como ayuda descriptiva para la determinación de los grupos los trabajos de Newell *et al.*, (1966), Vidal (1968), Arcos (1975), Boltovskoy (1981) y Palma y Kaiser (1993).

EL análisis consideró la constancia numérica o frecuencia de ocurrencia medida como la relación porcentual entre el número de muestras con presencia del grupo y las muestras totales, así como la dominancia numérica de los grupos que expresa la



relación del número de ejemplares de un grupo respecto al total de individuos capturados en la zona de estudio,

En este estudio se entenderá como; Abundancia relativa, al número total de individuos de un mismo grupo presentes en el total de estaciones; Abundancia relativa media, a la suma de todos los individuos de cada grupo y el número total de estaciones y Densidad, al número de individuos bajo una unidad de volumen (/1.000 m³).

En el análisis de las comunidades zooplanctónica se utilizaron índices de riqueza de especie (Margalef), diversidad (Shannon & Weaver), uniformidad (Pielou y Sheldon) y similitud (Winer), descritos en Ludwing y Reynolds, 1988.

a) Índice de riqueza de Margalef (Ludwing y Reynolds, 1988)

$$R1 = \frac{S - 1}{\ln(n)}$$

donde,

S = número total de especies presentes en la muestra.

n = número total de individuos de todas las especies presentes en la muestra.

Este índice toma el valor de 0, si y sólo si, el número de especies en la muestra es 1. Su valor será máximo mientras mayor sea el número de especies totales de la muestra.

b) Índice diversidad Shannon y Weaver (Ludwing y Reynolds, 1988)

$$H' = - \sum_{i=1}^{S'} (p_i * \ln(p_i))$$



donde,

p_i = abundancia proporcional

S^* = n3mero de especies presentes en la muestra.

El 3ndice es igual a 0, si y s3lo si, el n3mero de especies en la muestra es 1. Es m3ximo s3lo cuando todas las especies est3n representadas con el mismo n3mero de individuos en la muestra (distribuci3n uniforme).

c) 3ndice diversidad de Hill (Luwing y Reynolds, 1988)

$$N1 = e^H$$

donde,

H' = 3ndice de Shannon & Weaver.

El 3ndice de Hill fluct3a entre 1 y un valor m3ximo, que depende del valor m3ximo del 3ndice H' . En general, representa el n3mero de especies en la comunidad y se interpreta como el n3mero m3nimo de especies de igual abundancia que entregan un valor similar del 3ndice de diversidad H' .

d) 3ndice de uniformidad de Pielou (Ludwing y Reynolds, 1988)

$$E1 = \frac{H'}{\ln(S)}$$

donde,

H' = 3ndice de Shannon & Weaver

S = n3mero total de especies presentes en la muestra



e) Índice de uniformidad Sheldon (Ludwing y Reynolds, 1988)

$$E2 = \frac{e^{H'}}{S}$$

donde,

H' = índice de Shannon & Weaver

S = número total de especies presentes en la muestra.

Estos índices se mueven en un rango de valores de 0 a 1. Tienden a cero cuando las abundancias relativas de las especies divergen de la uniformidad y existe una máxima dominancia de una especie o grupo. Tienden a 1 cuando todas las especies en una muestra son igualmente abundantes, aportan de igual forma a la diversidad de la muestra, indicando una máxima uniformidad.

f) Índice similitud Winer (Saiz, 1980)

Este índice permite agrupar a los individuos de acuerdo a su coexistencia, trabaja con el grado de asociación entre las especies o grupos en el par de muestras (A, B) que se está analizando. Tiene un dominio entre 0 y 1, el valor 0 indica que el par de especies o grupos zooplanctónicos no están presentes simultáneamente en ninguna muestra y el valor 1, indica lo contrario, es decir, que siempre están presentes simultáneamente.

$$S_w = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}}$$

donde x e y son los valores de importancia de cada elemento en la condición A y B, respectivamente.



Para realizar las agrupaciones de las matrices de similitud de Winer, se elaboraron dendogramas de relaciones de similitud a trav3s de un m3todo de agrupamiento, utilizando el m3todo del promedio aritm3tico de pares no ponderado (UPGMA) descrito en Sneath y Sokal (1973) y C3rdova *et al.*, 2003.

g) Comparaci3n de estructuras zooplanct3nicas

A objeto de comparar las distribuciones zooplanct3nicas asociadas a zonas, distancia a la costa y per3odo del d3a, para determinar si existen diferencias estad3sticamente significativas entre estas, se consider3 la distribuci3n multinomial para describir las distribuciones zooplanct3nicas en la poblaci3n de estudio, bajo la premisa que esta ha sido usada frecuentemente como un modelo en estudios ecol3gicos y/o biol3gico-pesqueros. Es as3 que, existen distintos procedimientos estad3sticos dise1ados para abordar la comparaci3n de distribuciones multinomiales (Saavedra *et al.*, 2003), siendo el modelamiento de la distribuci3n bajo un esquema modelo basado uno de ellos.

Bajo este enfoque se utiliza la teor3a asociada al uso de modelos lineales generalizados (GLM), realizando una generalizaci3n de la regres3n log3stica para respuestas dicot3micas, denominada regres3n log3stica nominal (Dobson, 2002). Modelo que se utiliza cuando no existe un orden natural en las categor3as de la variable respuesta, como ocurre para las estructuras zooplanct3nicas. Una categor3a se elige arbitrariamente como la categor3a de referencia y las funciones de enlace est3n definidas por,

$$\log(\pi_j) = \log\left[\frac{\pi_j}{\pi_1}\right] = X_j^T \beta_j \quad \text{para } j=2, k, j$$



donde,

π_j = representa la proporción de la j-ésima especie

β_j = vector de parámetros asociado a la j-ésima especie

X_j = vector de covariables.

Las ecuaciones logitos (j-1) se utilizan simultáneamente para estimar los parámetros β_j . Esta generalización permite el uso de todas las herramientas de la inferencia existente para estos tipos de modelos, utilizando la distribución muestral aproximada del estimador máximo verosímil para el contraste de hipótesis.

6.5.5 Biomasa zooplanctónica total

La medición de los bio-volúmenes como medida estimativa de la biomasa zooplanctónica total, se realizó con posterioridad a la determinación cuantitativa y taxonómica del zooplancton, empleándose el método de desplazamiento de volúmenes húmedos (Postel *et al.*, 2000). El volumen zooplanctónico fue determinado dos veces en cada muestra, promediando la medición de ambas para el resultado final. Se excluyeron de la medición los organismos cuyo volumen superó los 5 ml.

La abundancia relativa de la biomasa zooplanctónica se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$Y = 1.000 * \frac{X}{W}$$

donde:

Y = ml de zooplancton en 1.000 m³

X = ml de zooplancton

W = volumen de agua filtrada por la red (m³)



El volumen de agua filtrada por la red se calculó como el área frontal de la red (m^2) por su velocidad de calibración (m/s) y el tiempo requerido para el virado de la red desde la profundidad de muestreo.

6.5.6 Muestreo oceanográfico

Durante el crucero de investigación se realizaron 21 transectas con estaciones dispuestas en forma perpendicular a la costa, con 8 estaciones de muestreo situadas a las 10, 25, 50, 75, 100, 130, 160 y 200 mn (sector 5-200 mn), 14 estaciones de muestreo oceanográfico ubicada a las 230, 260, 300, 330, 360, 400, 460, 500, 530, 560, 600, 630, 660 y 700 mn de la costa.

En cada una de las estaciones oceanográficas correspondientes al sector prospectado por el PAM “Terranova” (sector costero, ZEE), B/C “Abate Molina” (sector oceánico-intermedio) el PAM “Biomar III” (sector oceánico), se obtuvo registros continuos de temperatura ($^{\circ}C$), salinidad (psu), densidad (σ_t), oxígeno ($ml L^{-1}$) y clorofila-a ($mg m^{-3}$), desde la superficie hasta un máximo de 600 m de profundidad. Para lo anterior, se utilizó un CTDO SeaBird y un perfilador de fluorescencia. En el caso del B/C “Abate Molina” se obtuvo registros continuos de temperatura ($^{\circ}C$), salinidad (psu) y densidad (σ_t), así como registros discretos de oxígeno disuelto ($ml L^{-1}$) y clorofila-a ($mg m^{-3}$), hasta un máximo de 600 m de profundidad con la ayuda de un CTDO Seabird 911 y un sensor de fluorescencia, ambos conectados a un sistema de muestreo automático tipo roseta, con 12 botellas Niskin de 5 litros de capacidad. Para los PAM “Biomar III” y “Terranova” la información fue colectada mediante un CTDO Seabird modelo 19 Plus.



En la zona de estudio, tambi3n se colect3 muestras de agua a profundidades est3ndares de 0, 5, 10, 25, 50, 100, 150, 200, 300, 400 y 600 m para la evaluaci3n qu3mica de la concentraci3n de ox3geno disuelto, y parte de estas muestras de aguas fueron utilizadas para transformar las lecturas de fluorescencia en clorofila-a por medio del m3todo fluorom3trico extractivo con y sin acidificaci3n. Informaci3n que junto a an3lisis de salinidad en laboratorio, permiti3 verificar el buen funcionamiento de las sondas oceanogr3ficas utilizadas en el estudio.

La **Tabla 4** resume el n3mero de estaciones de muestreo realizadas durante el crucero.

Tabla 4

Divisi3n operacional del 3rea de estudio y n3meros de estaciones oceanogr3ficas por sector.

Sector	L3mite Oeste (mn)	Estaciones de muestreo	Latitud Sur
costero	200	25	34°10'-40°00'
oce3nico-intermedio	600	162	36°40'-44°35'
oce3nico	700	60	38°20'-44°35'
Area Total		247	34°10'-44°35'

El 86,36% de las estaciones oceanogr3ficas programadas fueron efectivamente realizadas durante el crucero, aunque cabe mencionar que en algunas de ellas no pudieron ser evaluadas todas las variables hidrogr3ficas. Las estaciones de muestreo donde no se obtuvo informaci3n corresponden a aquellas donde el tiempo imperante y el estado del mar no permitieron su realizaci3n por razones operativas y de seguridad. Situaci3n que se registr3 s3lo en 39 estaciones bioceanogr3ficas.

Por 3ltimo, la **Tabla 5** resume la posici3n (latitud) de cada una de las 21 transectas realizadas durante el estudio y el n3mero de estaciones de muestreo.

**Tabla 5**

Posici3n de transectas y n3mero de estaciones oceanogr3ficas en el muestreo regular.

Transectas	Latitud (°S)	N°Estaciones
1	34°10'	8
2	35°00'	8
3	35°50'	5
4	36°40'	8
5	37°05'	13
6	37°30'	7
7	37°55'	12
8	38°20'	7
9	38°45'	16
10	39°10'	8
11	39°35'	15
12	40°00'	23
13	40°25'	15
14	40°50'	10
15	41°15'	11
16	41°40'	13
17	42°05'	13
18	42°30'	13
19	42°45'	11
20	43°20'	11
21	43°45'	16

En cada una de las estaciones oceanogr3ficas se registraron los siguientes datos meteorol3gicos: temperatura del aire, presi3n atmosf3rica, intensidad y direcci3n del viento. Se utilizaron las normas, tablas y c3digos del National Oceanographic Data Center (NODC, 1991)

6.5.7 An3lisis de las muestras y de la informaci3n

La salinidad se determin3 por medio de un salin3metro de inducci3n Autosal Guidelines, utilizando est3ndar IAPSO en el Laboratorio de Oceanograf3a Qu3mica



del Departamento de Oceanografía de la Universidad de Concepción. La concentración de oxígeno disuelto por el método de Winkler (Parsons *et al.*, 1984).

La cuantificación de la clorofila-a, se realizó midiendo la absorbancia del extracto obtenido con la técnica fluorométrica descrita en Parsons *et al.* (1984), para el método con y sin acidificación.

El cálculo de la densidad fue realizado utilizando la ecuación internacional de estado del agua de mar de 1980 (Millero & Poisson, 1981, UNESCO, 1981a, 1981b).

Con los datos oceanográficos validados se confeccionaron cartas de distribución de temperatura, salinidad, concentración de oxígeno disuelto y densidad, a nivel de superficie (5 m), y a las profundidades de 25, 50, 100, 200 y 400 m. Además, se confeccionaron cartas superficiales de clorofila-a (superficial e integrada en una columna de agua de 100 m de profundidad).

El análisis vertical de las variables oceanográficas medidas en este trabajo se realizó a través de: a) secciones oceanográficas para cada una de las variables y en cada una de las 21 transectas realizadas y b) perfiles verticales promediados para todas las variables en cada estación de muestreo. Para cada una de las estaciones oceanográficas, se calculó la profundidad de la capa de mezcla y la profundidad base de la termoclina de acuerdo a la metodología reseñada en Kara *et al.*, (2000).

Las masas de agua presentes en la zona de prospección fueron determinadas a través de la confección de diagramas TS.



6.5.8 Asociaci3n espacial entre las condiciones oceanogr3ficas, del zooplancton y la distribuci3n y abundancia del jurel en el 3rea de estudio.

En atenci3n a establecer relaciones entre la distribuci3n espacial de la densidad de jurel y las variables ambientales caracter3sticas del h3bitat, para identificar patrones que permitiesen detectar respuestas de los card6menes de peces ante variaciones en las condiciones ambientales del h3bitat, se analizo las variables ambientales, asociadas a la profundidad media de las agregaciones de jurel y se aplico adem3s un an3lisis cartogr3fico a trav3s del Sistema de informaci3n Georeferenciada (SIG).

a) Exploraci3n de relaciones

Las relaciones entre el recurso y su ambiente se exploraron a trav3s de las siguientes aproximaciones metodol3gicas:

- a) la identificaci3n de rangos ambientales f3sicos (temperatura, salinidad, concentraci3n de ox3geno disuelto) y del zooplancton (grupos mayores y biomasa zooplanct3nica total) en que se encontr3 jurel (estaciones positivas).
- b) an3lisis espacial (cartas de distribuci3n horizontal) de la biomasa ac6stica de jurel y variables ambientales caracterizadoras del h3bitat (temperatura, salinidad, concentraci3n de ox3geno disuelto, corrientes geotr3ficas, profundidad de la capa de mezcla y profundidad base de la termoclina). C
- c) correlaciones entre la biomasa ac6stica de jurel, su distribuci3n vertical promedio respecto de variables ambientales f3sicas (temperatura, salinidad, concentraci3n de ox3geno disuelto), estructuras oceanogr3ficas verticales como profundidad capa mezcla (PCM), profundidad base termoclina (PBT) y espesor termoclina (ET), adem3s de componentes del zooplancton (grupos zooplanct3nicos y biomasa zooplanct3nica total).



b) Umbrales preferenciales

Los umbrales preferenciales se determinaron con la contrastaci3n gr1fica de cartas de distribuci3n espacial generada por una interpolaci3n a trav3s del uso de metodolog1as geoestad1sticas (software MATLAB y SURFER), adem1s del an1lisis estad1stico de la informaci3n recolectada durante el crucero.

La composici3n de la matriz oceanogr1fico-pesquera se estructur3 con celdas de interpolaci3n en tres dimensiones. La matriz relacionada con la biomasa zooplanct3nica se construy3 utilizando la informaci3n oceanogr1fica detectada en superficie (interpolaci3n bi-dimensional), dado el car1cter integrado que tienen las pescas planct3nicas oblicuas que se realizaron en el crucero. El an1lisis comprendi3, la evaluaci3n de la estructura matem1tica de los datos para posteriormente establecer la aplicaci3n de m3todos estad1sticos, de naturaleza univariada y/o multivariada

Para realizar una descripci3n espacial de las variables ac1sticas y bio-oceanogr1ficas se configuraron im1genes 2D utilizando interpolaciones, a trav3s del m3todo de Kriging, utilizando los Sistemas de Informaci3n Geogr1fico IDRISI for Windows (Eastman, 1995) y TNTmips (Microimages, 1997). Las variables analizadas fueron densidad de jurel (t/mn^2), temperatura ($^{\circ}C.$), salinidad (psu), oxigeno disuelto ($ml L^{-1}$) densidad del agua de mar, (σ_t) en el plano superficial y a 50 m de profundidad, en tanto la abundancia de euf1usidos ($ind/1.000 m^3$), clorofila-a ($8 mg/m^2$) y capa de dispersi3n profunda (S_a) se consider3 el valor integrado en la columna de agua.

Con el prop3sito de relacionar y superponer diferentes im1genes en la misma escala espacial, resoluci3n y cobertura geogr1fica, se generaron en rasters con el m3dulo



RESAMPLE del SIG, se crearon imágenes iguales con 210 filas (en el sentido E-W) y 270 filas (en el sentido N-S).

Luego, para facilitar el análisis visual, las imágenes fueron reclasificadas en clases de valores (colores). Para ello se utilizaron dos módulos: **a)** módulo HISTOGRAM, que permitió conocer y analizar la distribución de frecuencia de los valores de las variables cartografiadas, y **b)** módulo RECLASS, que permitió reclasificar los valores de las celdas de una imagen

Por ultimo, se estimó las señales latitudinales de las variables hidrográficas conservativas y la densidad del jurel expresado en $S_a/I.B.M.$ Para tal efecto se utilizó la metodología propuesta por (Castillo *et al.*, 2005; Córdova *et al.*, 2005), generándose tres señales: la primera denominada costera y situada entre la costa y 200 mn, la segunda llamada intermedia posicionada entre los 201 y los 400 mn y una tercera situada al oeste de las 401 mn y se denomina oceánica. Asimismo, se estimaron los gradientes térmicos longitudinales, calculándose el diferencial entre píxeles vecinos mediante los comandos del SIG.

c) Modelamiento estadístico entre las variables acústicas y bio oceanográfica.

Se aplicó la técnica de Modelos Aditivos Generalizados (GAM, Hastie y Tibshirani 1990), entre la densidad del recurso en el espacio y variables ambientales seleccionadas. Estructura de un modelo lineal aditivo generalizado (GAM), que esta dado por:

$$g(m) = Y = \alpha + \sum_{j=1}^p f_j(X_j) + \varepsilon$$



Donde $m=E(Y|X_1, \dots, X_p)$, constituye la esperanza de la variable respuesta Y el la función de las variables predictoras X_1, \dots, X_p , a través de un predictor aditivo. La distribución de la variable respuesta, así como también el enlace entre esta distribución y los predictores dados por la función $g(\cdot)$, funcionan en forma análoga a los modelos lineales generalizados (GLM, McCullagh y Nelder, 1989). Lo original de un modelo GAM es que provee una forma flexible para definir la función predictor $f_j(\cdot)$, la cual es análoga a los coeficientes de regresión en los modelos lineales. Los términos $f_j(\cdot)$ pueden modelarse en forma no-paramétrica o paramétrica, o ambas formas se pueden combinar en un modelo semiparamétrico. Los términos no-paramétricos son ajustados utilizando suavizadores de dispersión, entre ellos el suavizador de regresión con ponderación local llamado loess (Cleveland *et al.*, 1992). Los términos paramétricos pueden ser definidos como coeficientes lineales, polinomiales de grado n ó polinomiales “piecewise” como B-spline y spline natural. La ventaja de los modelos GAM sobre otros métodos de regresión tradicionales es su capacidad para modelar no-linealidad utilizando suavizadores de dispersión, constituyéndose en una herramienta poderosa para análisis exploratorios tales que permitan identificar las relaciones funcionales sugeridas por los datos (Hastie y Tibshirani, 1990).

La aplicación de GAM considera establecer la relación funcional entre la variable respuesta densidad de jurel (S_a) y cada predictor latitud, longitud, temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), oxígeno disuelto (ml L^{-1}), densidad de eufáusidos-larvas ($\text{ind}/1.000 \text{ m}^3$) y biomasa zooplanctónica ($\text{ml}/1.000 \text{ m}^3$), utilizando GAM no paramétrico. De esta manera, la forma de la función puede ser encontrada empíricamente de acuerdo con la distribución de los datos sin una asunción a priori. Luego, una versión más parsimoniosa del modelo puede ser evaluada incluyendo términos paramétricos. En casos marcadamente no lineales, “piecewise polynomials” pueden ser utilizados debido a la mayor flexibilidad para ajustar curvas. El ajuste de los modelos y la



parsimonia pueden ser evaluados utilizando test F aproximado y el criterio de Akaike (AIC, Chambers y Hastie, 1992). El estadístico AIC toma en cuenta simultáneamente los grados de libertad y utiliza la bondad de ajuste: modelos con más parsimonia tienen un AIC más bajo. Los residuales de los modelos ajustados se analizarán mediante métodos gráficos.

A partir de la informaci3n generada por Sistema de Informaci3n Georeferenciada (SIG), se efectu3 un modelamiento adicional en dos sentidos; el primero corresponde al modelamiento de la probabilidad de ausencia/presencia del recurso y el segundo bajo un enfoque gaussiano donde se consideran tan solo las densidades de los ecotrazos positivos de jurel. Desde esta perspectiva se intent3 relacionar en ambos casos con variables espaciales (latitud y longitud) y bio-oceanogr3ficas (temperatura, salinidad, oxígeno, densidad del agua, gradiente térmico, gradiente salino y densidad de eufáusidos)

En la estimaci3n de las funciones no paramétricas se utilizo el suavizador “loess” (Hastie y Tibshirani, 1990) con un span igual a 0,5, y la transformaci3n de la densidad acústica del jurel aplicando logaritmo.

El ajuste de los modelos fue evaluado a trav3s de una prueba basada en la máxima verosimilitud, para el modelo binomial se utiliz3 el test de chi-cuadrado y en el caso gaussiano se aplic3 F, con un nivel de significaci3n del 5% en ambos casos, seleccionando aquellas covariables que aportan significativamente a la explicaci3n de la variabilidad en los modelos propuestos con la densidad de jurel.



d) Análisis de rangos preferenciales

Para este efecto, se utilizó la metodología propuesta por Perry y Smith (1994) y por Perry *et al* (1994), quienes presentan un método cuantitativo para la identificación de relaciones hábitat-recurso, y que incluye tres pasos consecutivos: a) construcción de funciones de distribución acumulativas empíricas de variables ambientales que sean representativas del hábitat del recurso, b) asociación entre la densidad del recurso con las condiciones del hábitat en la cual se encontró el recurso y, c) determinación de la fuerza de la asociación entre la densidad y la variable ambiental por el grado de diferenciación entre las dos funciones.

Luego, si el recurso se distribuye en forma aleatoria respecto de una variable ambiental determinada, las curvas de frecuencia relativa acumulada evolucionarán de manera similar (D'Amours, 1993; Perry y Smith, 1994). Por el contrario, si el recurso se encuentra asociado a un rango preferencial de la variable ambiental, estas curvas se comportarán en forma diferencial, evolucionando a diferentes tasas pudiendo establecerse la significancia estadística entre ambas distribuciones de frecuencia utilizado para un muestreo aleatorio no estratificado para variables no clasificadas.

Por otra parte, para establecer las relaciones entre estas variables, se realizó un análisis entre la distribución de las especies y de las variables bio-oceanográficas, para tal efecto se realizaron asociaciones entre los planos de densidad del jurel y las variables ambientales a través de la estimación del índice V de Cramer (Ott *et. al.*, 1983). Este coeficiente va desde 0, independencia completa, hasta 1, dependencia completa.



6.6. Objetivo específico 2.5. Determinar la fauna acompañante y su importancia relativa en los lances de pesca de identificación.

Para la determinación de la fauna acompañante y sus proporciones en la pesca de identificación, se aplicó la siguiente metodología.

6.6.1 Pesca de identificación

La unidad de muestreo fue el lance de pesca, el cual fue realizado por las embarcaciones participantes a través del arrastre a mediagua de redes de cuatro paneles, con un forro interior de mallas 3,9 a 4,5 cm (**Figura 4**), y la información de captura recolectada a bordo de cinco naves de cerco industrial durante el periodo de estudio. En cada lance de pesca se estimó la captura en peso y número obtenida para el total y por especie, para lo cual se utilizó una relación volumen/peso conocida o el pesaje individual cuando fue posible.

6.6.2 Muestreo a las capturas de los lances

Reconocimiento y proporción

Para determinar la fauna acompañante y sus proporciones en la pesca de identificación, se procedió a separar por especie todos los ejemplares presentes en la captura del lance, efectuando este procedimiento sobre una muestra cuando la captura superó los 300 Kg. Se registró en cada uno de ellos su peso y longitud total o de horquilla según fue el caso y la longitud cefalotorácica en el caso de crustáceos.

La identificación se efectuó a través de uso de antecedentes bibliográficos (Pequeño 1971, Retamal 1981, Lamilla 1986, Ojeda y Avilés 1987, Pequeño y D'Ottone 1987, Meléndez y Meneses 1989, Kong y Meléndez 1991, Hulley, 1984, y Krefst, 1984).



Cuando la identificaci3n no fue posible a bordo, se tomaron fotografas y el especimen se conserv3 en formalina al 10 % con la informaci3n correspondiente para su posterior identificaci3n en tierra.

La estimaci3n de la captura de cada especie en peso, se obtuvo mediante la aplicaci3n del cuociente entre el peso de la especie y peso total de la muestra, al estimado de captura total.

Proporci3n en peso:

$$\hat{P}_{sw} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} w_{si}}{\sum_{i=1}^{i=n} w_i}$$

$$\hat{V}'(\hat{P}_{sw}) = \frac{1}{n} \frac{1}{\hat{w}^2} \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} (w_{si} - \hat{P}_{sw} * w_i)^2 \approx \frac{1}{n-1} \hat{P}_{sw} (1 - \hat{P}_{sw})$$

donde,

w_{si} = peso del ejemplar "i" de la especie "s" en la muestra

w_i = peso del total de especie en la muestra

n = tama1o de muestra de los ejemplares en peso

\hat{w} = peso promedio para el total de especies

y donde la proporci3n en peso de la fauna acompa1ante para el lance tiene la misma estructura

Proporci3n en n1mero:

$$\hat{P}_s = \frac{n_s}{n}$$

$$\hat{V}'(\hat{P}_s) = \frac{1}{n-1} \hat{P}_s (1 - \hat{P}_s)$$



donde,

n_s = n3mero total de ejemplares de la especie "s" en la muestra

n = tama3o de muestra de los ejemplares en n3mero

6.6.3 An3lisis de las capturas.

La informaci3n de las distintas especies capturadas fue ordenada de manera decreciente, seg3n su contribuci3n a la captura total, para posteriormente estimar la importancia relativa (porcentaje en peso) de las especies capturadas en la prospecci3n. A partir de esta informaci3n complementada con los datos registrados entre 1997 al 2008, se realiz3 un an3lisis de clusters mediante el uso de dendogramas, para lo cual se transform3 la captura de cada especie en una variable binaria, generando una matriz dicot3mica de ausencia /presencia para cada una de especies por a3o.



7 RESULTADOS

7.1 Objetivo específico 2.1 Estimar la abundancia (en número) y biomasa (en peso) del jurel en el área de estudio

7.1.1 Calibraciones

a) Equipos de evaluación acústica

Los resultados de las calibraciones electroacústicas efectuadas a bordo del B/C “Abate Molina” y las distintas naves participantes en las evaluaciones de jurel efectuadas entre el 2004 y 2008, así como las de este año para la frecuencia de 38 Khz en la zona de estudio, se resumen en la **Tabla 6**.

Tabla 6
Ganancia del transductor medido para TS (fuerza de blanco) y Sv (dispersión volumétrica) 38 Khz.

LUGAR	FECHA	BARCO	GANANCIA TRANS TS			GANANCIA TRANS SV		
			LONGITUD DE PULSO (MSEG)					
			0,3	1,0	3,0	0,3	1,0	3,0
CORONEL	31/05/04	Don Julio		26,5			26,5	
VALPARAISO	24/05/04	A. Molina	26,3	27,5		26,7	27,4	
LIRQUEN ¹	30/05/04	Líder		25,2			25,2	
LIRQUEN ¹	02/06/05	Libas		26,2			26,2	
VALPARAISO	17/05/05	A. Molina	26,	27,6	28,2	26,9	27,4	27,8
LIRQUEN ¹	29/05/05	Líder		25,9			25,9	
VALPARAISO	25/05/06	A. Molina	26,4	27,6	28,2	26,9	27,4	27,8
CORONEL ¹	21/06/06	Don Julio		26,6			26,6	
LIRQUEN ¹	02/06/06	Líder		25,0			25,0	
VALPARAISO	17/05/07	A. Molina	26,3	27,6	28,4	26,9	27,6	28,1
SAN VICENTE ¹	05/06/07	Leopardo		23,2			23,2	
CORONEL ¹	06/06/07	Líder		24,9			24,9	
VALPARAISO	10/06/08	A. Molina		25,59			25,59	
TALCAHUANO	12/06/08	Biomar III		25,30			25,30	
VALPARAISO	25/05/09	A. Molina	24,69	26,53	26,49	24,69	26,53	26,49
TALCAHUANO	05/06/09	Biomar III		25,16			25,16	
TALCAHUANO	11/07/09	Terranova		25,05			25,05	
VALOR PROMEDIO			26,04	26,02	27,97	26,04	26,02	27,97
DESVIACIÓN			0,68	1,31	0,85	0,68	1,31	0,85

1 Sólo se calibró longitud de pulso de trabajo.



La ganancia del transductor en la frecuencia de trabajo (38 KHz), tanto para TS y Sv, indica estabilidad en los valores a lo largo del tiempo en los distintos equipos utilizados en la evaluaci3n del jurel entre el 2004 al 2009. Luego, los valores alcanzados este a1o en el B/C Abate Molina y PAM "Biomar III" y Terranova", no difieren de lo hist3rico, lo cual se explica por una buena performance del sistema y la estabilidad que presenta el blanco (esfera de 60 mm de diámetro) durante la calibraci3n, frente a movimientos del barco producidos por condiciones de viento, mar y corrientes. En este sentido, es importante destacar que de existir diferencia respecto a su valor nominal (26,0 dB), esto no afecta la calidad de los datos ya que la calibraci3n ajusta este valor de ganancia en el equipo, hasta obtener como respuesta acústica de la esfera de calibraci3n (60 mm de diámetro), el valor estándar de TS (-33,6 dB) establecido en laboratorio, con lo cual es posible posteriormente adicionar la informaci3n acústica detectada por las naves durante la evaluaci3n.

El análisis estadístico realizado mediante la aplicaci3n del test "t" students para datos pareados, a los valores de ganancias del transductor a distintas longitudes de pulso, indica que las diferencia observadas no son significativas, al determinar valores de "t" students observado inferiores a los valores críticos de aceptaci3n a un nivel de confianza de 95% (**Tabla 7**).

Tabla 7
Valores de t Students observados y críticos para frecuencia de 38 KHz

VALOR STUDENTS	GANANCIA TRANS TS			GANANCIA TRANS SV		
	Longitud de pulso (mseg)					
	CORTO	MEDIO	LARGO	CORTO	MEDIO	LARGO
t (OBSERVADO)	0,26	0,32	0,65	0,26	0,32	0,65
t (CRÍTICO;95%)	2,77	2,10	2,35	2,77	2,10	2,35



Los resultados indican que no existe una diferencia significativa en los equipos de evaluación acústica Simrad EK-60 utilizados, respecto a lo observado en las cuantificaciones anteriores, permaneciendo éstos en los rangos de variación señalados por su fabricante, lo cual asegura que un posible error por este concepto en el estimado de abundancia es mínimo.

b) Inter-calibración embarcaciones

Los resultados de la inter-calibración realizada entre B/C “Abate Molina” y el PAM “Biomar III” el 07/06/09 (38°44’LS y 78°15’LS), y “Terranova” 17/07/09 (40°50’LS y 79°48’LS), muestra que no existe diferencia estadística significativa entre las densidades acústicas media de cada nave, al establecer a través de la aplicación de la prueba del estadístico “t” Students para media, valores de “t” calculados (1,17 y 1,67) inferiores a “t” de tablas (1,96) para un nivel de confianza del 95 %, razón por lo cual es posible adicionar de manera directa la información recopilada por las distintas embarcaciones.

7.1.2 Mediciones de TS “in situ”

Las condiciones generales observadas durante el desarrollo del crucero, en cuanto a una baja presencia del recurso (IC= 1,12%) y la detección en un sector donde predominaron condiciones climáticas adversa, determinaron por una parte la realización de un número reducido de lances y la no captura de jurel en ellos, además de presentar una distribución espacial y batimétrica que cumplieron con las condiciones requeridas para disponer de blancos en situación resuelta, al permanecer el recurso agrupado durante la prospección acústica en la zona de estudio. Luego, dado la carencia de registros válidos para determinar la relación fuerza de blanco (TS) y longitud horquilla, se aplicó la relación $TS = 20,11 * \text{Log}(L) -$



68,67 establecida para el recurso jurel por C3rdova *et al.*, 1998, a partir de informaci3n recolectada durante los cruceros de evaluaci3n ac3stica realizados entre 1991 -1994 y 1997 en la zona centro-sur del pa3s

7.1.3 Biomasa y abundancia de jurel

7.1.3.1 Biomasa total

La biomasa de jurel estimada para la zona de estudio, aplicando los m3todos de Hansen *et al.*, 1953, Wolter 1985, Bootstrap (Robotham y Castillo, 1990) y de Variables Regionalizadas (Petitgas, 1991) se entrega en la **Tabla 8** y se muestra en **Figura 5**.

Tabla 8
Biomasa y densidad de jurel estimada por sectores y m3todos.

M3todo	Área (mn ²)				Biomasa (t)				Densidad (t/mn ²)			
	5-200	200-400	400-700	TOTAL	5-200	200-400	400-700	TOTAL	5-200	200-400	400-700	TOTAL
Hansen y Wolter		13.855	3.476	17.331		308.565	193.806	502.371		22,27	55,75	28,99
Bootstrap		13.855	3.476	17.331		327.219	187.361	514.580		23,61	53,90	29,69
Geoestadístico		13.696	3.476	17.172		328.016	206.522	534.538		23,95	59,41	31,13

La biomasa estimada por los diferentes m3todos presenta diferencia inferiores a 6% entre ellas. Asimismo, los resultados alcanzados con esta metodolog3a aplicada a las anteriores evaluaciones realizadas en la zona centro-sur del pa3s, no muestran grandes diferencias con los valores de biomasa calculados con el procedimiento aplicado hasta el 2007 (C3rdova *et al.*, 2008), sino m3s bien, una mejora sustantiva en el nivel de precisi3n de los estimados ac3sticos de jurel (**Anexo II**).



7.1.3.2 Abundancias y biomasa a la talla

La biomasa numérica y en peso a la talla obtenida a partir del estimado de abundancia acústico para el método de variables regionalizadas, se entrega por sectores y para la zona de estudio en las **Tablas 9, 10 y 11**.

Tabla 9

Abundancia en número y en peso a la talla de jurel para el sector 200 a 400 mn.

Talla (cm)	Peso (gr)	Frecuencia porcentual	Abundancia numérica	Frecuencia porcentual	Abundancia en toneladas
32	358,9				
33	391,9	0,0003	151.205	0,0002	59
34	426,9	0,0036	1.811.046	0,0024	773
35	463,9	0,0473	23.470.786	0,0332	10.888
36	502,9	0,1336	66.361.191	0,1017	33.373
37	544,0	0,1741	86.466.841	0,1434	47.036
38	587,2	0,1537	76.336.834	0,1366	44.823
39	632,5	0,1058	52.550.191	0,1013	33.240
40	680,1	0,0896	44.515.295	0,0923	30.276
41	730,0	0,0735	36.521.976	0,0813	26.660
42	782,2	0,0508	25.225.115	0,0602	19.730
43	836,7	0,0473	23.480.936	0,0599	19.647
44	893,7	0,0372	18.470.691	0,0503	16.507
45	953,1	0,0230	11.416.052	0,0332	10.881
46	1015,1	0,0196	9.725.648	0,0301	9.872
47	1079,6	0,0136	6.738.869	0,0222	7.275
48	1146,7	0,0099	4.925.981	0,0172	5.649
49	1216,5	0,0069	3.402.857	0,0126	4.140
50	1289,0	0,0049	2.415.974	0,0095	3.114
51	1364,2	0,0025	1.263.983	0,0053	1.724
52	1442,3	0,0007	347.122	0,0015	501
53	1523,2	0,0004	195.392	0,0009	298
54	1607,0	0,0009	470.962	0,0023	757
55	1693,7		0		0
56	1783,5		0		0
57	1876,3	0,0009	422.434	0,0024	793
58	1972,1				
Total		100	496.687.383	100	328.016



Tabla 10

Abundancia en número y en peso a la talla de jurel para el sector 400 a 700 mn.

Talla (cm)	Peso (gr)	Frecuencia porcentual	Abundancia numérica	Frecuencia porcentual	Abundancia en toneladas
32	358,9				
33	391,9	0,0003	95.200	0,0002	37
34	426,9	0,0036	1.140.254	0,0024	487
35	463,9	0,0473	14.777.457	0,0332	6.855
36	502,9	0,1336	41.781.713	0,1017	21.012
37	544,0	0,1741	54.440.445	0,1434	29.614
38	587,2	0,1537	48.062.485	0,1366	28.221
39	632,5	0,1058	33.086.160	0,1013	20.928
40	680,1	0,0896	28.027.304	0,0923	19.062
41	730,0	0,0735	22.994.625	0,0813	16.786
42	782,2	0,0508	15.882.001	0,0602	12.422
43	836,7	0,0473	14.783.848	0,0599	12.370
44	893,7	0,0372	11.629.344	0,0503	10.393
45	953,1	0,0230	7.187.668	0,0332	6.851
46	1015,1	0,0196	6.123.371	0,0301	6.216
47	1079,6	0,0136	4.242.864	0,0222	4.581
48	1146,7	0,0099	3.101.450	0,0172	3.556
49	1216,5	0,0069	2.142.475	0,0126	2.606
50	1289,0	0,0049	1.521.123	0,0095	1.961
51	1364,2	0,0025	795.817	0,0053	1.086
52	1442,3	0,0007	218.552	0,0015	315
53	1523,2	0,0004	123.021	0,0009	187
54	1607,0	0,0009	296.523	0,0023	477
55	1693,7		0		0
56	1783,5		0		0
57	1876,3	0,0009	265.969	0,0024	499
58	1972,1				
Total		100	312.719.670	100	206.522



Tabla 11

Abundancia en número y en peso a la talla de jurel para el área total.

Talla (cm)	Peso (gr)	Frecuencia porcentual	Abundancia numérica	Frecuencia porcentual	Abundancia en toneladas
32	358,9				
33	391,9	0,0003	246.406	0,0002	97
34	426,9	0,0036	2.951.301	0,0024	1.260
35	463,9	0,0473	38.248.243	0,0332	17.744
36	502,9	0,1336	108.142.904	0,1017	54.386
37	544,0	0,1741	140.907.285	0,1434	76.650
38	587,2	0,1537	124.399.319	0,1366	73.043
39	632,5	0,1058	85.636.351	0,1013	54.168
40	680,1	0,0896	72.542.600	0,0923	49.338
41	730,0	0,0735	59.516.601	0,0813	43.446
42	782,2	0,0508	41.107.116	0,0602	32.153
43	836,7	0,0473	38.264.784	0,0599	32.017
44	893,7	0,0372	30.100.036	0,0503	26.900
45	953,1	0,0230	18.603.720	0,0332	17.732
46	1015,1	0,0196	15.849.019	0,0301	16.088
47	1079,6	0,0136	10.981.733	0,0222	11.856
48	1146,7	0,0099	8.027.431	0,0172	9.205
49	1216,5	0,0069	5.545.332	0,0126	6.746
50	1289,0	0,0049	3.937.098	0,0095	5.075
51	1364,2	0,0025	2.059.799	0,0053	2.810
52	1442,3	0,0007	565.674	0,0015	816
53	1523,2	0,0004	318.413	0,0009	485
54	1607,0	0,0009	767.486	0,0023	1.233
55	1693,7				
56	1783,5				
57	1876,3	0,0009	688.403	0,0024	1.292
58	1972,1				
Total		100	809.407.053	100	534.538

Los resultados alcanzados este año ratifican la disminución sostenida en la biomasa y número total de ejemplares en la zona de las 200 mn, respecto a 6.146.418 t (3,52E+10 individuos), 2.027.384 t (9,16E+09 individuos), 914.653 t (3.48E+09 individuos), 529.790 t (1.83E+09), 583.259 t (1.85E+09) y 612.457 t (1.898+09), evaluadas en la ZEE desde el 2001 al 2006, al alcanzar este año su máximo al desaparecer el recurso en este sector.



Asimismo, el porcentaje bajo la talla mínima legal (26 cm) en número y peso igual a cero, indica el término de la reducción de ejemplares bajo la talla mínima registrada el 2001 (24,9% y 35,9%, 2002 (8,1% y 14,1%), 2003 (7,6% y 4,1%), 2004 (6,7% y 2,8%) y 2005 (0,12% y 0,05%). Merma en los ejemplares bajo la talla mínima que también fue observada desde 1998 al 2000, donde el porcentaje para la abundancia numérica fue de 79,5; 63,1 y 16,4%, en tanto para el peso, esta reducción es mayor con valores de 68,1; 43,4 y 11,5% para el mismo período.

La ausencia de ejemplares bajo la talla mínima también se mantiene en el sector oceánico, lo que sugiere respecto a los años anteriores, un crecimiento somático del stock de jurel en la zona y período de estudio.

Este año, la biomasa y la abundancia numérica es levemente inferior a lo registrado el año pasado, lo que indica que se mantiene de manera crítica el fuerte decremento respecto al 2001, donde la abundancia numérica total fue de $3,52E+10$, y marca una tendencia negativa en la ZEE respecto a la biomasa y abundancia del 2002 ($2,02E+06$ t y $9,16E+09$ ejemplares) y 2003 ($9,14E+05$ t y $3,48E+09$ ejemplares), alcanzando este año un decremento del 100 % en la biomasa y abundancia, al no detectarse la presencia de agregaciones de jurel en este sector. Entre 200 a 400 mn, también se evidencia cambios negativos en la disponibilidad de jurel, al disminuir la abundancia numérica de $8,95E+8$ (2008) a $4,96E+8$ (2009) y su biomasa desde 487.507 t a 328.016 t.



7.1.4 Precisión de los estimados de biomasa y abundancia

7.1.4.1 Varianza de la biomasa total

A fin de comparar los métodos utilizados en la cuantificación, se determinó el coeficiente de variación (CV) por cuanto estandariza la varianza registrada en un grupo de datos, permitiendo evaluar los diferentes estimadores de varianza aplicados en el estudio.

La varianza por si sola, no es posible de aplicar, por cuanto sólo representa la dispersión dentro de un grupo de datos, no siendo correcto su uso. Luego, se entrega la varianza de manera referencial.

Los estimados de varianza y coeficientes de variación, obtenidos mediante la aplicación de los diferentes métodos propuestos se entregan en la **Tabla 12**.

Tabla 12

Varianza y coeficiente de variación de los estimados de biomasa de jurel

Método	Varianza				Coeficiente de variación (%)			
	5- 200	200- 400	400- 700	TOTAL	5- 200	200- 400	200- 700	TOTAL
Hansen (1954)		5,276*10 ⁰⁹	1.296*10 ⁰⁹	6,572*10 ⁰⁹		23,54	18,58	16,14
Wolter (1985)		2,573*10 ⁰⁹	4,071*10 ⁰⁸	2,980*10 ⁰⁹		16,44	10,41	10,87
Bootstrap(1990)		4,224*10 ⁰⁹	6,119*10 ⁰⁸	4,836*10 ⁰⁹		19,86	13,20	14,06
Geoestadístico (1991)		1,370*10 ⁰⁹	4,064*10 ⁰⁸	1,775*10 ⁰⁹		11,29	9,74	7,88

El método de variables regionalizada presenta el coeficiente de variación más bajo (11,29; 9,74 y 7,88%), indicando con ello una mayor precisión para el estimado de abundancia en la zona de estudio.



7.1.4.2 Varianza de la abundancia y biomasa a la talla

En las **Tablas 13, 14 y 15** se resumen las varianzas y coeficiente de variación de la abundancia en número y peso por talla de jurel, por sectores y para el área total de estudio.

Los resultados entregados en las tablas, muestran coeficientes de variación entre 0,31 a 0,82, ubicándose la mayor precisión en el rango donde se registran las mayores frecuencias de tallas de jurel (36 a 40 cm). Este comportamiento del coeficiente de variación por talla, corresponde a lo esperado desde un punto de visto teórico, razón por lo cual, se valida la estimación de la variabilidad para la abundancia en número y peso de los ejemplares por talla de jurel.



Tabla 13

Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de jurel en el sector 200-400 mn.

Talla (cm)	Varianza Abundancia numérica	Coefficiente de Variaci3n	Varianza Abundancia en peso	Coefficiente de Variaci3n
32				
33	2,286E+10	0,8215	3,512E+03	0,8215
34	7,373E+11	0,3895	1,340E+05	0,3890
35	7,960E+13	0,3123	1,713E+07	0,3123
36	6,212E+14	0,3085	1,571E+08	0,3085
37	1,054E+15	0,3085	3,119E+08	0,3085
38	8,251E+14	0,3091	2,844E+08	0,3091
39	3,942E+14	0,3104	1,577E+08	0,3104
40	2,846E+14	0,3113	1,317E+08	0,3113
41	1,930E+14	0,3125	1,029E+08	0,3125
42	9,322E+13	0,3144	5,703E+07	0,3144
43	8,132E+13	0,3155	5,693E+07	0,3155
44	5,096E+13	0,3175	4,069E+07	0,3175
45	1,995E+13	0,3214	1,812E+07	0,3214
46	1,467E+13	0,3235	1,512E+07	0,3235
47	7,251E+12	0,3282	8,450E+06	0,3282
48	3,990E+12	0,3331	5,246E+06	0,3331
49	1,988E+12	0,3403	2,941E+06	0,3403
50	1,059E+12	0,3499	1,759E+06	0,3498
51	3,252E+11	0,3706	6,047E+05	0,3704
52	3,980E+10	0,4721	8,279E+04	0,4721
53	1,685E+10	0,5458	3,910E+04	0,5458
54	3,628E+10	0,3322	9,370E+04	0,3322
55				
56				
57	5,089E+10	0,4387	1,791E+05	0,4387
58				
Total	3,727E+15	0,1010	1,370E+09	0,0927



Tabla 14
Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de jurel en el sector 400-700 mn.

Talla (cm)	Varianza Abundancia numérica	Coficiente de Variaci3n	Varianza Abundancia en peso	Coficiente de Variaci3n
32				
33	4,966E+09	1,1304	7,629E+02	1,1304
34	1,939E+11	0,5898	3,525E+04	0,5890
35	2,353E+13	0,5013	5,064E+06	0,5013
36	1,849E+14	0,4970	4,675E+07	0,4969
37	3,135E+14	0,4967	9,276E+07	0,4967
38	2,448E+14	0,4971	8,440E+07	0,4971
39	1,165E+14	0,4983	4,663E+07	0,4983
40	8,390E+13	0,4991	3,881E+07	0,4991
41	5,670E+13	0,5001	3,021E+07	0,5001
42	2,725E+13	0,5019	1,667E+07	0,5019
43	2,369E+13	0,5028	1,658E+07	0,5028
44	1,477E+13	0,5047	1,179E+07	0,5046
45	5,732E+12	0,5087	5,207E+06	0,5087
46	4,194E+12	0,5108	4,321E+06	0,5107
47	2,053E+12	0,5157	2,392E+06	0,5156
48	1,119E+12	0,5208	1,471E+06	0,5207
49	5,500E+11	0,5286	8,138E+05	0,5286
50	2,884E+11	0,5391	4,791E+05	0,5391
51	8,604E+10	0,5629	1,600E+05	0,5626
52	9,612E+09	0,6851	1,999E+04	0,6851
53	3,913E+09	0,7765	9,079E+03	0,7765
54	1,005E+10	0,5162	2,595E+04	0,5162
55				
56				
57	1,246E+10	0,6410	4,387E+04	0,6410
58				
Total	1,104E+15	0,1010	4,046E+08	0,1487

**Tabla 15**

Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de jurel para el área total.

Talla (cm)	Varianza Abundancia numérica	Coficiente de Variaci3n	Varianza Abundancia en peso	Coficiente de Variaci3n
32				
33	2.783E+10	0,770	4.275E+03	0,6770
34	9.313E+11	0,3270	1.693E+05	0,3266
35	1.031E+14	0,2655	2.219E+07	0,2655
36	8.060E+14	0,2625	2.038E+08	0,2625
37	1.368E+15	0,2625	4.047E+08	0,2625
38	1.070E+15	0,2629	3.688E+08	0,2629
39	5.107E+14	0,2639	2.043E+08	0,2639
40	3.685E+14	0,2646	1.705E+08	0,2646
41	2.497E+14	0,2655	1.331E+08	0,2655
42	1.205E+14	0,2670	7.369E+07	0,2670
43	1.050E+14	0,2678	7.351E+07	0,2678
44	6.572E+13	0,2693	5.249E+07	0,2693
45	2.568E+13	0,2724	2.332E+07	0,2724
46	1.887E+13	0,2741	1.944E+07	0,2740
47	9.303E+12	0,2777	1.084E+07	0,2777
48	5.108E+12	0,2816	6.716E+06	0,2815
49	2.538E+12	0,2873	3.755E+06	0,2872
50	1.347E+12	0,2948	2.238E+06	0,2948
51	4.112E+11	0,3113	7.647E+05	0,3112
52	4.941E+10	0,3930	1.028E+05	0,3930
53	2.077E+10	0,4526	4.818E+04	0,4526
54	4.633E+10	0,2805	1.196E+05	0,2805
55				
56				
57	6.335E+10	0,3656	2.230E+05	0,3656
58				
Total	4.831E+15	0,0859	1.775E+09	0,0788

7.2 Objetivo específico 2.2. Estimar la composici3n de talla, peso, edad y proporci3n sexual del stock de jurel, en el área de estudio

7.2.1 Estructura de tallas

La distribuci3n espacial de los lances de pesca se presenta en la Figura 6. Los resultados de los 6 lances de pesca del crucero (B/C "Abate Molina"; "Biomar III") y los 32 lances de la flota muestreados se resumen en las Tablas 44 y 45. Ante la no



captura de jurel en el crucero de evaluaci3n, por una baja disponibilidad del jurel en 3rea prospectada, se realiz3 un an3lisis estadístico a las estructuras de tallas obtenidas por la flota y crucero desde el 2002 al 2008, cuyos resultados muestran valores de χ^2 (calculados) (5,9; 19,2) inferiores a χ^2 (crítico) (38,9;55,8), determinando que las posibles diferencias no son significativa a un 95% de confianza, raz3n por lo cual se puede considerar la informaci3n provenientes de los muestreos realizados a bordo de naves industriales durante el estudio (Tabla 16).

Tabla 16
Resultados de comparaci3n estructura talla crucero y flota con prueba estadística de chi cuadrado

Años	χ^2 calculado	χ^2 Tabla ($\alpha=0.95$)	N
2002	16,5	55,5	39
2003	6,3	55,8	44
2004	8,9	55,8	43
2005	8,1	43,8	35
2006	13,6	43,8	29
2007	19,2	55,8	36
2008	5,9	38,9	26

En t3rminos generales, el conjunto de estructuras de tallas obtenidas en los lances de pesca de identificaci3n realizados por los PAM “Líder”, “Don Alfonso”, “Santa Maria I”, “Cazador” y “Vesterveg”, en la zona de estudio, muestran una estructura de tipo unimodal observando una moda principal en 37 cm, con un rango de talla para el 3rea de estudio que varia entre 33 y 53 cm, no registrando ejemplares bajo la talla mínima legal de 26 cm.(Figura 7) El an3lisis estadístico aplicado a las estructuras de tallas capturada por las distintas embarcaciones, indica que no es posibles suponer el



incumplimiento de homogeneidad al determinar un χ^2 (calculados) (2 a 20) que no supero al χ^2 (crítico) (32). Luego tomando en consideración este resultado de similitud en las distribuciones de tallas, no fue necesario establecer subzonas dentro del área de distribución espacial del recurso, razón por lo cual el cálculo de biomasa consideró una estructura de tallas general (n= 3.517 ejemplares).

Al igual que desde el 2006, este año no se registraron tallas menores a la mínima legal (26 cm) y de primera madurez (32 cm). Para el área sobre las 200 mn, donde se concentró el recurso en el área de estudio, la estructura de talla de este año respecto a años anteriores (2003 a 2008), muestra una fuerte merma de ejemplares pequeños (< 34 cm), pero con un incremento en la moda respecto a lo registrado años anteriores (28 cm) 2003, (29 cm) 2004, (30 cm) 2005, (31 cm) 2006 (32 cm) 2007 y (36 cm) 2008, lo que junto a la ausencia de ejemplares bajo la talla mínima legal y de primeras madurez, indican un crecimiento somático en el jurel en la zona de estudio (**Figura 7**).

7.2.2 Abundancia a la edad

La clave talla - edad para el crucero, se determinó a partir de la lectura de 166 otolitos seleccionados desde un total de 179 otolitos recolectados en 32 lances de pesca con captura de jurel, realizados por los PAM “Líder”, “Don Alfonso”, “Santa Maria I”, “Cazador” y “Vesterveg”. Cantidad de otolitos que provienen de la colecta de 10 pares por talla y dado la escasa presencia de ejemplares en los bordes de la distribución de talla, su número es levemente menor respecto a la multiplicación de 10 pares por el número de tallas colectado en la zona de estudio.



La composición de ejemplares por grupo de edad estuvo formada por 11 grupos en la zona de estudio (5-700 mn), amplitud que es similar al 2003 (edades II a XIII), 2004 (edades II a XIV), 2006 (edades IV –XVI), 2007 (VI-XVIII) y 2008 (VI-XVII), pero menor a los 15 grupos de edad registrado el 2005. En el área de estudio, los principales grupos fueron el VIII (clase anual 2001), con un 33% de aporte a las capturas, el IX (clase anual 2000), con un 21%, el X (clase anual 1999), con un aporte del 18% y finalmente el XI (clase anual 1998) con un 16%, indicando un aumento respecto al año pasado, donde los grupo mas importantes fueron VI y VII (33 y 27%), evidenciando la estructura de edad un debilitamiento y una carencia de un grupo de edad fuerte como se registraba en años anteriores (**Tablas 17, 18, y 19**).

Fuera de la Zona Económica Exclusiva (ZEE), los grupos de edad predominantes (VIII-XI) muestran un cambio respecto a lo registrado el 2008 (VII-VIII), evidenciando un desplazamiento general de los grupos principales hacia grupos de edad mayores, de manera similar a lo registrado dentro de las 200 mn entre el 2002 y 2004 (**Figura 8**).

En la zona de estudio se acentúa la reducción de grupos de edades menores, observada en la participación del grupo III el 2003 (3,1%), 2004 (1,5%) y 2005 (0%), y la total ausencia del grupo de edad VII y menores durante este año. Estructura etaria que este año presenta una escasa participación de los grupos menores, situación que difiere de años anteriores, donde su presencia es más activa



Tabla 17

Composición en número (millones de ejemplares) por grupo de edad en la abundancia estimada para el sector 200-400 mn.

TALLAS (cm)	FREC. (Unidades)	GRUPOS DE EDAD																				
		0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
5.0																						
6.0																						
7.0																						
8.0																						
9.0																						
10.0																						
11.0																						
12.0																						
13.0																						
14.0																						
15.0																						
16.0																						
17.0																						
18.0																						
19.0																						
20.0																						
21.0																						
22.0																						
23.0																						
24.0																						
25.0																						
26.0																						
27.0																						
28.0																						
29.0																						
30.0																						
31.0																						
32.0																						
33.0	151,205							151,205														
34.0	1,811,046							1,811,046														
35.0	23,470,786							2,347,079	21,123,707													
36.0	66,361,191							59,725,072	6,636,119													
37.0	86,466,841							69,173,473	8,646,684	8,646,684												
38.0	76,336,834							7,633,683	68,703,151													
39.0	52,550,191							5,255,019	15,765,057	26,275,096	5,255,019											
40.0	44,515,295								26,709,177	13,354,589	4,451,530											
41.0	36,521,976								14,608,790	14,608,790	3,652,198											
42.0	25,226,116								7,567,535	15,135,069												
43.0	23,480,936								2,348,094	14,088,562	4,696,187											
44.0	18,470,691								1,847,069	7,388,276	5,541,207											
45.0	11,416,052									6,849,631	2,283,210											
46.0	9,725,648									972,565	4,862,824											
47.0	6,738,869									1,347,774	1,347,774											
48.0	4,926,981									2,462,991	1,970,392											
49.0	3,402,857																					
50.0	2,415,974																					
51.0	1,263,363																					
52.0	347,122																					
53.0	195,392																					
54.0	470,962																					
55.0																						
56.0																						
57.0	422,434																					
58.0																						
59.0																						
60.0																						
61.0																						
62.0																						
63.0																						
64.0																						
65.0																						
66.0																						
TOTAL	496,687,381							4,309,330	162,910,955	103,403,209	88,002,444	77,652,501	27,260,287	16,626,241	8,516,438	6,966,824	406,056	633,098				
PORCENTAJE L.P.R.(cm)	100.00							0.87	32.80	20.82	17.72	15.63	5.49	3.35	1.71	1.40	0.08	0.13				
VARIANZA	11.117							34.5	36.5	38.0	39.9	42.0	43.4	45.3	48.0	47.7	52.0	55.0				
PESO PR.(g)	660							0.32	0.796	0.809	2.260	3.039	5.309	3.818	1.448	13.245	0.999	7.993				
PESO (ton)	328,013							1,921	85,270	61,019	59,687	60,815	23,660	16,196	8,790	7,391	585	1,080				
PORCENTAJE	100.00							0.59	26.00	18.60	18.20	18.54	7.21	4.94	2.98	2.44	0.18	0.33				

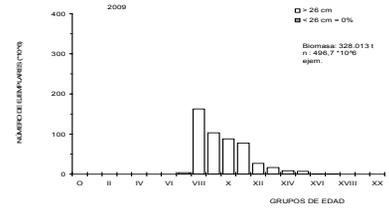




Tabla 18

Composición en número (millones de ejemplares) por grupo de edad en la abundancia estimada para el sector 400--700 mn.

TALLAS (cm)	FREC. (Unidades)	GRUPOS DE EDAD																				
		O	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
5.0																						
6.0																						
7.0																						
8.0																						
9.0																						
10.0																						
11.0																						
12.0																						
13.0																						
14.0																						
15.0																						
16.0																						
17.0																						
18.0																						
19.0																						
20.0																						
21.0																						
22.0																						
23.0																						
24.0																						
25.0																						
26.0																						
27.0																						
28.0																						
29.0																						
30.0																						
31.0																						
32.0																						
33.0	95,200							95,200														
34.0	1,140,254							1,140,254														
35.0	14,777,457							14,777,457														
36.0	41,781,713							13,299,711	37,803,542	4,178,171												
37.0	54,440,445							43,552,356	5,444,045	5,444,045												
38.0	48,062,485							4,806,249	43,256,237													
39.0	33,086,160							3,308,616	9,925,848	16,543,080	3,308,616											
40.0	28,027,304								16,816,362	8,408,191	2,802,730											
41.0	22,994,625								9,197,650	9,197,650	2,299,463											
42.0	15,882,001								4,764,600	9,529,201												
43.0	14,783,848								1,478,385	8,870,309	2,956,770											
44.0	11,629,344								1,162,934	4,651,738	3,488,803											
45.0	7,187,688								4,312,601	1,437,534	1,437,534											
46.0	6,123,371									612,337	3,061,686	2,449,348										
47.0	4,242,864									848,573	848,573	2,545,718										
48.0	3,101,450									1,550,725	1,240,580	310,145										
49.0	2,142,475									267,809	267,809	803,428	803,428									
50.0	1,521,123											507,041	1,014,082									
51.0	795,817											265,272	265,272	132,636	132,636							
52.0	218,552													218,552								
53.0	123,021														123,021							
54.0	293,523														293,523							
55.0																						
56.0																						
57.0	265,969																					
58.0																						
59.0																						
60.0																						
61.0																						
62.0																						
63.0																						
64.0																						
65.0																						
66.0																						
TOTAL	312,719,669							2,713,200	102,570,474	65,103,763	55,407,276	48,890,842	17,163,367	10,468,058	5,362,040	4,386,387	255,657	398,605				
PORCENTAJE	100.00							0.87	32.80	20.82	17.72	15.63	5.49	3.35	1.71	1.40	0.08	0.13				
L.P.R.(cm)	39.3							34.5	36.5	38.0	39.9	42.0	43.4	45.3	48.0	47.7	52.0	55.0				
VARIANZA	11,117							0.32	0.796	0.809	2.260	3.039	5.309	3.818	1.448	13.245	0.999	7.993				
PESO PR.(g)	680							446	523	590	678	783	868	974	1149	1147	1441	1706				
PESO (ton)	206,521							1,210	53,687	38,418	37,580	38,290	14,896	10,197	6,164	5,031	368	680				
PORCENTAJE	100.00							0.59	26.00	18.60	18.20	18.54	7.21	4.94	2.98	2.44	0.18	0.33				

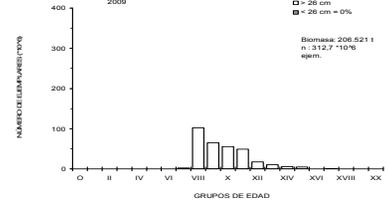
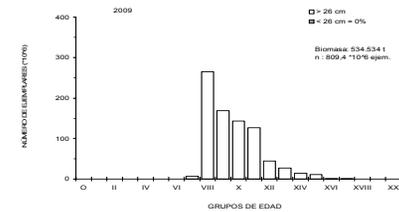




Tabla 19

Composición en número (millones de ejemplares) por grupo de edad en la abundancia estimada área total.

TALLAS (cm)	FREC. (Unidades)	GRUPOS DE EDAD																				
		O	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
5.0																						
6.0																						
7.0																						
8.0																						
9.0																						
10.0																						
11.0																						
12.0																						
13.0																						
14.0																						
15.0																						
16.0																						
17.0																						
18.0																						
19.0																						
20.0																						
21.0																						
22.0																						
23.0																						
24.0																						
25.0																						
26.0																						
27.0																						
28.0																						
29.0																						
30.0																						
31.0																						
32.0																						
33.0	246,406																					
34.0	2,951,301																					
35.0	38,248,243																					
36.0	108,142,904																					
37.0	140,907,285																					
38.0	124,399,319																					
39.0	85,636,351																					
40.0	72,542,600																					
41.0	59,516,601																					
42.0	41,107,116																					
43.0	38,264,784																					
44.0	30,100,058																					
45.0	18,603,720																					
46.0	15,849,019																					
47.0	10,981,733																					
48.0	8,027,431																					
49.0	5,545,332																					
50.0	3,937,098																					
51.0	2,059,799																					
52.0	565,674																					
53.0	318,413																					
54.0	767,486																					
55.0																						
56.0																						
57.0	688,403																					
58.0																						
59.0																						
60.0																						
61.0																						
62.0																						
63.0																						
64.0																						
65.0																						
66.0																						
TOTAL	809,407,054																					
PORCENTAJE	100.00																					
L.P.R. (cm)	39.3																					
VARIANZA	11,117																					
PESO PR. (g)	660,033																					
PESO (ton)	534,534																					
PORCENTAJE	100.00																					





7.2.3 Relaci3n longitud-peso y proporci3n sexual

En la **Tabla 20** se presentan los par3metros y estadística de las regresiones lineales longitud-peso y los par3metros resultantes para las funciones de crecimiento asimétrico, calculados para la zona de estudio. La **Figura 9** grafica los datos utilizados con sus modelos correspondientes. En ella se observa que el modelo describe adecuadamente la relaci3n longitud-peso.

Tabla 20

Par3metros y estadística b3sica de la relaci3n $w=a*L^b$ para zona de estudio

	HEMBRAS	MACHOS	TOTAL
N ^a de observaciones	427	438	865
LOG (K)	-1,78748	-1,78733	-1,75743
A	0,01631	0,01631	0,01748
B	2,88704	2,88050	2,86509
ERROR EST. (LOGK)	0,04578	0,04800	0,03343
ERROR EST. B	0,02860	0,02975	0,02082
R ²	0,96	0,96	0,96

La aplicaci3n de la prueba de F, permite ratificar que no existe evidencia suficiente para suponer que las regresiones de machos y hembras difieren entre sÍ, al determinar un F calculado de 0,031 y de tabla de 3,69.

La no existencia de diferencias en las tasas de crecimiento en peso por sexo, permite determinar una regresi3n única para la cuantificaci3n de jurel.

La proporci3n sexual del jurel vari3 entre 36 a 60% para machos y 38 a 64% de hembras, no observando cambios importantes en la participaci3n por sexo en la zona prospectada, determin3ndose en el sector donde se detectaron agregaciones de jurel, una contribuci3n total de 51% de ejemplares hembras y 49% de machos para la zona de estudio.



7.3 Objetivo espec3fico 2.3 Determinar la composici3n de los principales 3tems alimentarios del jurel en el 3rea de estudio.

7.3.1 Composici3n de los principales 3tems alimentarios de jurel

En el estudio se dispuso de 197 est3magos provenientes de la revisi3n de 775 est3magos en 32 lances con capturas de jurel, efectuados durante el crucero de evaluaci3n por los PAM "L3der" (397 est3magos), "Vesterveg" (87 est3magos), "Don Alfonso" (167 est3magos), Sta Maria II (50 est3magos) y "Cazador" (80 est3magos) en la zona de estudio. Los est3magos fueron analizados en laboratorio determin3ndose est3magos con contenido en un 28,72% para el PAM "L3der", un 64,37% en el "Vesterveg" y 9,60% en "Don Alfonso", encontr3ndose altos porcentajes de est3magos vac3os y el predominio de est3magos en estado semillenos y contenidos semidigeridos-digeridos (**Tabla 21**).

Tabla 21
N3mero de est3magos y porcentaje con y sin contenido.

	L3der		Vesterveg		Don Alfonso	
	N	%	N	%	N	%
Est3mago con contenido	114	28,72	56	64,37	16	9,60
Est3mago vac3os	283	71,28	31	35,63	151	90,40
Total	397		87		167	
ESTADO ESTOMAGO						
Est3magos distendidos	10	2,53	14	16,10	0	0,0
Est3magos llenos	34	8,56	8	9,19	3	1,79
Est3magos semilleros	70	17,63	34	39,08	13	7,78
Vac3os	283	71,28	31	35,63	151	90,43
Total	397		87		167	
ESTADOS CONTENIDOS (*)						
Contenido digerido	82	48,5	37	45,1	11	45,8
Contenidos semidigerido	85	50,3	37	45,1	13	54,2
Contenido entero	2	1,0	8	9,8		
Contenido fresco						
Total	169		82		24	

(*): Estado de contenido considera para una presa el conteo de distinto estados, raz3n por lo cual su frecuencia es mayor al n3mero de est3magos analizados



7.3.2 Importancia de las presas

Este 3ndice de importancia relativa indic3 que las presas de mayor relevancia tanto en n3mero, como en peso y frecuencia de aparici3n fueron los correspondientes al grupo de salpas (IIR=52,12), seguido de peces (IIR=31,88) y crust3ceos (IIR=15,88), de acuerdo a los resultados de 197 est3magos analizados

Los resultados revelaron que num3ricamente las salpas ocupan el primer lugar (60,78%), y solo el 22% de los est3magos presentaron este 3tem alimentario, quedando un 70% de est3magos presencia de peces y crust3ceos, los cuales en t3rminos generales, sugiere que la preferencia por estos 3tems se mantiene en el tiempo (**Tabla 22**)

Tabla 22

N3mero (N%), peso (P%), frecuencia de aparici3n (F%) e 3ndice de importancia relativa (IIR) para jurel

3TEM PRESA	N (%)	P (%)	F (%)	% IIR
CRUST3CEOS				15,88
Amphipoda	1,88	0,14	0,39	0,02
Isopoda n.i	0,25	0,01	0,39	
Cop3poda	0,63	< 0,01	0,78	0,03
Euphausiacea n.i	10,15	2,18	10,59	3,55
Euphausia longirostris	2,88	0,56	4,71	0,44
Euphausia mucronata	1,50	0,27	1,96	0,09
Euphausia vallentini	0,38	0,05	0,78	0,01
Euphausia lucens	0,25	0,04	0,78	0,01
Nematoscelis megalops	2,88	0,42	1,96	0,18
Resto de crustaceos	15,56	22,88	15,29	11,56
PECES				31,88
Mictofidos n.i.	1,75	23,07	3,92	2,65
<i>Diogenichthys sp.</i>	0,50	0,88	1,18	0,04
Restos de peces	10,78	21,03	33,73	29,18
CEFALOPODOS				0,12
<i>Loligo sp</i>	0,50			0,12
ZOOPLANCTON GELATINOS				52,12
Salpas	60,78	23,45	22,75	52,12
Total (%)	100	100	100	100



7.3.3 Índice de estrategias alimentaria

El indicador de coeficiente dietario de Hureau (Q), muestra que las principales especies en la dieta alimentaria de jurel son las salpas y mictofidos, constituyendo los eufáusidos presas de importancia secundaria (**Tabla 23**)

Tabla 23

Indicador de coeficiente dietario de Hureau (Q) en la dieta de jurel (2009)

ÍTEM PRESA	TOTAL	
	Q	%Q
CRUSTÁCEOS		7,5
Amphipoda	0,26	0,01
Isopoda n.i	0,00	0,00
Copépoda	< 0,01	< 0,01
Euphausiacea n.i	22,08	1,20
Euphausia longirostris	1,60	0,09
Euphausia mucronata	0,44	0,02
Euphausia vallentini	0,02	0,00
Euphausia lucens	0,01	0,00
Nematoscelis megalops	1,22	0,07
Resto de crustaceos	111,83	6,10
PECES	0,11	14,60
Mictofidos n.i.	0,11	2,21
<i>Diogenichtus sp.</i>	0,44	0,02
Restos de peces	226,60	12,36
CEFALOPODOS		0,14
Loligo sp.	2,52	0,14
ZOOPLANCTON GELATINOSO		77,77
Salpas	1425,14	77,77
TOTAL	1.832,62	100

Q < 20 Accidental; 20 <Q < 200 Secundario y Q > 200 Principal



En este sentido, la **Figura 10** muestra que jurel tiene tendencia a ser un depredador selectivo, donde las muestras que aparecen como puntos más cercanos a la intersección entre los ejes, pueden indicar su preferencia por peces y los crustáceos tipo eufáusidos por sobre otras presas que conforman su dieta alimentaria, como las salpas y restos de peces y que en la figura aparecen como los puntos más alejados del origen.

7.3.4 Selectividad de las presas por tamaño

En la **Figura 11** se presentan las distribuciones de frecuencias de los valores del índice de selectividad de Ursin (ISU) de las principales presas, graficados independientemente por clase. Las amplitudes indican el rango de tamaños que el jurel consume; a mayor amplitud (cuanto más ancho sea la base de la curva) indica un rango de tamaño mayor, es decir, no tiene preferencia única por un tamaño en particular. Luego, la grafica muestra que existen distribuciones normales en la razón entre el ISU y el % frecuencia de algunas presas, tales como el grupo eufáusidos y salpidaes donde el valor de ISU fluctuó entre 7 y 11, en tanto para teleosteos (mictofidos) esta normalidad no es clara. En general, la mayor parte de las presas presentan distribuciones normales y que junto a la información de tamaño de cada presa (**Tabla 24**), posibilitan establecer que el jurel no presenta una variación importante en el tamaño de las presas y que de acuerdo a su espectro en la dieta es un predador selectivo.



Tabla 24
ISU promedio de las principales presas de jurel.

PRESAS	Numero individuos	ISU PROMEDIO	Desviaci3n Est3andar
Cruceceos	155	9,02	0,60
Tele3steos	18	5,18	1,17
Salpidae	485	8,27	0,62

7.4 Objetivo espec3fico 2.4 Determinar la distribuci3n espacial y batim3trica del jurel y del zooplancton, con especial 3nfasis en los principales 3tems alimentarios del jurel, en el 3rea de estudio y su relaci3n con las condiciones oceanogr3ficas.

7.4.1 Distribuci3n geogr3fica del recurso

El recurso mantiene su patr3n de distribuci3n caracter3stico observado en anteriores evaluaciones hidroac3sticas realizadas en la zona, con agregaciones distribuidas en sentido latitudinal y paralelas a la costa, detect3ndose su registro ac3stico principalmente fuera de la ZEE, por sobre las 200 mn entre el puerto Lebu y la isla Guafo (43°45'S), con una absoluta ausencia de agregaciones en el sector costero, de las primeras 200 mn de la costa del 3rea de estudio.

En la zona se identifican algunos sectores definidos de alta densidad (**Figura 5**) bajo un patr3n de distribuci3n similar al observado desde el 2003 al 2008, donde lo caracter3stico para estos a3os fue la alta concentraci3n del recurso en el sector sur por sobre las 200 mn de la costa. En este sentido el recurso se localiz3 al sur de puerto de Lebu, donde se concentr3 el 100% de la biomasa total estimada para la zona de estudio, en un sector m3s restringido que lo registrado durante los cruceros del 2003 al 2008, evidenci3ndose este a3o, una fuerte reducci3n en el tama3o de las



áreas de distribución del recurso, la que representó el 48% respecto de lo registrado el 2007.

Las principales zonas de concentración de recurso se ubicaron en el sector ubicado a 470 mn de puerto Lebu, 230 y 640 mn a la cuadra de Canal Chacao ($41^{\circ}50'S$) y 310 mn frente a isla Guafo, donde, coincidiendo estos sectores con zonas de pesca ante y durante la ejecución de la prospección de evaluación (**Figuras 12 y 13**). Hacia la costa, zonas de alta densidad no se registraron, mientras que para el resto de la zona esta densidad fue muy escasa, lo cual se ratificó con la operación de la flota, al no detectar agregaciones de jurel en este sector (ZEE) durante el periodo del estudio. en las navegaciones desde y hacia puerto (**Figura 13**).

En este sentido, sólo las agregaciones de jurel presentes más allá de la ZEE constituyeron zona de pesca, al operar la flota antes y durante la prospección. Luego, el fuerte nivel de densidad de las agregaciones en este sector, permitió al igual que el 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008, la operación con mejores rendimientos en la captura de jurel, siendo este año en particular las zonas de concentración o pesca mas reducidas, lo que generó una mayor búsqueda y el posterior desplazamiento de las actividades extractivas hacia el sector oceánico.

El patrón de distribución espacial del jurel durante este año, se corresponde con lo observado el 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008, al concentrarse en ellas sobre el 90% de la abundancia al sur de Talcahuano, y registrar una disminución en la presencia de jurel hacia el sector costero (ZEE), que este año fu máximo al no registrar recurso. Lo anterior, difiere de los otros años, donde el recurso ha presentado una distribución más amplia en la zona de estudio (Córdova *et al.*, 1998, 1999, 2000, 2001 y 2002).



En este sentido, a partir del 2002 se ha hecho evidente un patrón de distribución del jurel caracterizado por una fuerte concentración hacia el sur y un incremento sustantivo de la abundancia sobre las 200 mn en la zona de estudio.,

7.4.2 Descripción de estructuras espaciales en la información acústica

El recurso no estuvo presente en toda la zona de estudio, detectándose las agregaciones de jurel principalmente desde puerto Lebu a isla Guafo, mientras que hacia la costa su presencia fue nula (**Figura 5**). Estas zonas se caracterizaron por ecogramas con agregaciones esporádicas y valores mínimos de integración, así como registros imperceptibles de la capa de plancton superficial.

7.4.2.1 Índice de presencia (IC) densidad (ID) y Pennington

Para el área total el índice de presencia (IC) y densidad (ID) fue de 0,012% y 214,29 t/mn², valor de IC que están influenciado principalmente por una reducida extensión de las áreas de concentración del recurso entre las 400 a 600 mn, donde este índice alcanza a 0,0038%, en tanto el ID fue mas estable entre las 200 a 600mn, al variar desde 187,48 t/mn² (200-400mn) a 186,15 t/mn² (400-600mn) y luego incrementarse a 366,69 t/mn² (600-700 mn) hacia la alta mar.

En 1999, 2000 y 2001, en las primeras 200 mn la distribución espacial de jurel mostró estabilidad en la cobertura espacial (29,73; 30,28 y 29,50%), mientras que el índice de densidad se incrementó desde 159,24, 151,99 y 263,18 t/mn², indicando un aumento en la biomasa disponible entre estos años. En este sentido, los resultados alcanzados el 2008 de alta densidad (144,53 t/mn²) para un área muy reducida (IC=0.06%), y la posterior ausencia del jurel el 2009, muestran el fuerte cambio en el uso del espacio que hace el jurel en la zona de estudio, al encontrarse más alejado



de la costa que lo registrado en años anteriores, como ha quedado registrado en la operación de la flota cerquera de la VIII Región durante el 2008 y 2009.

El análisis histórico del estadístico de Pennington que refunde los IC y ID, muestra en la ZEE, un importante aumento de densidad acústica entre 1997-2001 y su posterior descenso hasta alcanzar el mínimo valor de la serie, indicando un fuerte cambios en la disponibilidad del recurso en este sector. Asimismo, la disminución de la densidad en sentido este-oeste entre el 2003 y 2008, observada a través de sus valores a distintas distancia de la costa, evidencian el alejamiento de las agregaciones de jurel sugiriendo el desplazamiento de la disponibilidad de la abundancia hacia el sector oceánico (**Figura 14**).

7.4.2.2 Correlogramas

El análisis de los correlogramas por transectas no muestra variaciones importante en los tamaños de las macroestructuras fuera de las 200 mn de la costa; predominando un tamaño de 2 mn en el sector y que se explica por el tipo de distribución espacial presente en el área de estudio, al registrar el sector oceánico densidades de jurel bastante homogéneas que no generaron extensas zonas de distribución (**Figura 15**). Esto, difiere a lo observado años anteriores donde las macroestructuras alcanzaron a 4 y 5 mn, lo que sugiere un cambio espacial en la distribución del recurso hacia alta mar, al registrar este año en el sector oceánico tamaño similares a los observados en anteriores evaluaciones en la Zona Económica Exclusiva.

7.4.2.3 Variogramas

El análisis de la información mediante el uso de técnica de geoestadística, permitió ajustar al variograma un modelo exponencial tanto para el sector 200- 400 y 400 a



500 mn, con varianza de $1,20E+06$ y $8,20E+05$ respectivamente (**Figura 16**), que explican los niveles de precisión alcanzado en los estimado de biomasa para ambos sectores.

En el sector oceánico, los variogramas por sectores no muestran macroestructuras de distinto tamaño, al obtener semivariogramas se estabilizan a una distancia de 2 mn, ratificando la existencia de áreas reducidas con presencia del recurso, lo cual fue observado en los respectivos correlogramas. Esta situación evidencia similitud en el uso del espacio que hace el jurel fuera de las 200 mn de la costa.

En este sentido, el diseño de muestreo acústico con transectas cada 25 mn y perpendiculares a la costa, permite conocer la variabilidad de las densidades acústicas de oeste-este, al registrarse esta información de manera continua durante la ejecución de la transecta, sin embargo, su separación entre si, no permite determinar la variabilidad de las densidades en sentido norte-sur, quedando sujeto al supuesto de una distribución en la variabilidad de tipo isotropica. Luego, durante el crucero y en sectores con presencia de jurel, se realizaron transectas de norte a sur y cuyo análisis indicó similitud en el comportamiento de la variabilidad de la densidad acústica norte-sur y oeste –este, lo cual permite rechazar un supuesto de anisotropía en la información acústica para la evaluación de jurel (**Figura 17**).

7.4.3 Distribución batimétrica del recurso

En la zona de estudio, el jurel se localizó entre las 200 y 400 mn desde los 50 a 200 m de profundidad, concentrando el 57,53% de sus agregaciones entre los 60 a 130 m, y al igual que el 2005 (97,77%), 2006 (96,52%), 2007 (90,72%) y 2008 (76,67%), el jurel presentó una distribución profunda. Situación que con leves variaciones se ha observado desde el 2003 en adelante (Figura 18a y 19). Sobre las 400 mn, a



diferencia del 2008 un 17% de las agregaciones de jurel se registra en superficie (10 a 50 m), manteniendo este sector el predominio de agregaciones profundas al concentrar el 53,57% entre los 60 y 130 m de profundidad (Figura 18b).

En general, este año no se observa la tendencia del recurso a profundizarse de norte a sur, como ha sido recurrente en el sector costero y oceánico en las prospecciones realizadas desde 1997, 1999, 2000, 2001 y 2002, registrándose este año, al igual que el 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008, valores mayores por sobre la ZEE, con una marcada bi-modalidad en esta zona. En este sentido, estos resultados se corresponden con análisis a las zonas 5-100, 101-200, 201-300, 301-400 y 401-500 mn entre el 2003 y 2008, que muestra distribuciones en profundidad estadísticamente distintas, al determinar valores de χ^2 (calculados) (1072,02; 3123,89; 139,55; 129,73 y 92,01) mayores al χ^2 (crítico) (67), evidenciando la ubicación a mayor profundidad del jurel hacia el sector oceánico, al registrarse profundidades promedios de 59,7; 77,0; 98,3; 95,3 y 98,9 m, respectivamente.

7.4.4 Composición y abundancia del zooplancton

La distribución y composición del zooplancton se presenta separado para el período diurno y nocturno, de acuerdo a la información de 94 estaciones diurnas y 105 nocturnas.

El análisis de composición y abundancia del zooplancton muestra la presencia de 24 grupos zooplanctónicos en el día y también durante la noche (**Tabla 25**). La abundancia global para la zona de estudio fue de 11.035.319, de estos 3.118.051 individuos se registraron en el día y 7.917.268 individuos en la noche.



En la zona de estudio, el zooplancton diurno y nocturno estuvo dominado principalmente por copépodos con una dominancia de 70,4 y 74,6%, seguido por quetognatos, ostrácodos, apendicularias y larvas de eufáusidos, con valores radicalmente bajos que van desde 1,3 a 14,8%. Los grupos, ctenóforos, cladóceros, medusas, isópodos, estomatópodos, larva de decápodos y L cypris, presentan en el día y noche el valor más bajo de dominancia (< 0,1 %) (**Tabla 25**).

El resto de los grupos que representaron solo el 5,41% para el día y 5,50 % para la noche, registraron densidades que fluctuaron entre 106 a 736 individuos/1.000 m³ día y 244 a 1466 individuo/1.000 m³ (noche).

La densidad media de los grupos zooplanctónicos por sectores ubicados entre 10 a 200 mn, 230 a 400 y 430 a 700 mn de la costa, muestra para copépodos, quetognatos y ostrácodos los mas altos valores para el día como de noche, observando en general, una disminución del número de taxas y grupos dominantes hacia la alta mar, así como el aumento nocturno de densidad en gran parte de los grupos zooplanctónicos, destacando valores mayores asociado al sector costero y bajos valores diurnos y nocturnos en área oceánica (**Tabla 26**).



Tabla 25
Grupos zooplanctónicos presentes en las pescas diurnas y nocturnas entre 10 y 700 mn.
 (t): totales; (+): positivas

Diurno	N° Est (+)	N°Ind totales	Min	Max	Media (t)	Media (+)	DE	Dom (%)	Frec (%)
Copepodos	94	2202300	2359	105481	23429	23429	20459,8	70,6	100,0
Quetognatos	94	460550	77	14197	4899	4899	3158,9	14,8	100,0
Ostracodos	91	182387	63	25543	1940	2004	2838,5	5,8	96,8
Apendicularias	75	56759	16	5956	604	757	1052,4	1,8	79,8
Larvas eufausidos	71	41827	10	3243	445	589	634,3	1,3	75,5
Radolarios	53	39001	24	3720	415	736	728,8	1,3	56,4
Poliquetos	88	29284	16	1170	312	333	258,5	0,9	93,6
Eufausidos	87	20300	6	9486	216	233	990,5	0,7	92,6
Sifonoforos	65	16580	8	1894	176	255	360,0	0,5	69,1
Foraminiferos	51	15435	20	1414	164	303	258,6	0,5	54,3
Pteropodos	70	14929	5	897	159	213	196,2	0,5	74,5
Anfipodos	57	8174	12	1870	87	143	207,1	0,3	60,6
Larvas gastropodos	42	6690	19	1004	71	159	136,7	0,2	44,7
Salpas	21	6340	14	2521	67	302	284,9	0,2	22,3
Doliolidos	40	6093	19	1447	65	152	166,2	0,2	42,6
Medusas	17	2663	16	1298	28	157	142,3	0,1	18,1
Larvas Cifonautas	20	2526	4	491	27	126	77,2	0,1	21,3
Heteropodos	16	1697	20	402	18	106	55,8	0,1	17,0
Cladoceros	10	1291	36	287	14	129	50,6	0,0	10,6
Isopodos	15	1079	10	213	11	72	37,9	0,0	16,0
Larvas decapodos	10	1049	4	356	11	105	51,7	0,0	10,6
Estomatopodos	3	794	59	534	8	265	58,9	0,0	3,2
Ctenoforos	3	161	32	89	2	54	10,5	0,0	3,2
LCypris	4	142	4	56	2	35	8,2	0,0	4
Nocturno	N° Est (+)	N°Ind totales	Min	Max	Media (t)	Media (+)	DE	Dom (%)	Frec (%)
Copepodos	105	5906241	2378	264160	56250	56250	47593,8	74,6	100,0
Quetognatos	105	835879	115	29439	7961	7961	5249,5	10,6	100,0
Ostracodos	100	294740	107	19049	2807	2947	2902,5	3,7	95,2
Apendicularias	84	273758	40	95079	2607	3259	9617,8	3,5	80,0
Larvas eufausidos	82	160239	18	16754	1526	1954	2496,1	2,0	78,1
Poliquetos	96	81075	9	3206	772	845	672,2	1,0	91,4
Pteropodos	81	55331	48	4728	527	683	767,3	0,7	77,1
Foraminiferos	62	53475	27	3521	509	862	813,0	0,7	59,0
Eufausidos	101	46566	8	5883	443	461	748,1	0,6	96,2
Radolarios	48	42322	78	5508	403	882	803,1	0,5	45,7
Sifonoforos	75	40084	18	6345	382	534	781,9	0,5	71,4
Salpas	27	39576	24	5951	377	1466	1205,7	0,5	25,7
Larvas gastropodos	29	16237	34	6365	155	560	653,2	0,2	27,6
Anfipodos	64	15635	9	1103	149	244	206,5	0,2	61,0
Doliolidos	34	14505	34	2551	138	427	337,0	0,2	32,4
Larvas Cifonautas	28	14053	27	3902	134	502	516,5	0,2	26,7
Estomatopodos	1	10772	10772	10772	103	10772	1051,3	0,1	1,0
Heteropodos	29	7467	18	1215	71	257	192,4	0,1	27,6
Cladoceros	9	3699	54	1065	35	411	158,0	0,0	8,6
Medusas	16	2127	18	513	20	133	68,1	0,0	15,2
Isopodos	17	2111	9	344	20	124	58,4	0,0	16,2
Larvas decapodos	9	836	27	271	8	93	33,4	0,0	8,6
LCypris	5	427	41	171	4	85	21,1	0,0	4,8
Ctenoforos	2	113	41	73	1	57	8,1	0,0	1,9



Tabla 26

Densidad media por grupo zooplanctónico diurnas y nocturnas, entre 10-200 mn, 230-400 mn y 430-700 mn.

Grupos zooplanctónicos	DIA			NOCHE		
	10-200 mn	230-400 mn	430-700 mn	10-200 mn	230-400 mn	430-700 mn
Copépodos	19385	29517	20559	56707	73340	41743
Quetognatos	2570	5934	5338	6622	10039	7217
Ostrácodos	1910	2671	1339	3857	3360	1580
Radolarios	1093	412	35	1097	245	27
Eufáusidos	669	64	89	917	240	266
Apendicularias	586	714	521	3736	3321	1189
Larvas eufausidos	302	745	272	2199	1880	740
Foraminíferos	194	232	90	717	621	265
Anfipodos	161	85	47	141	211	104
Pteropodos	133	196	142	637	668	329
Poliquetos	125	452	298	419	1092	765
Larvas gastropodos	118	0	55	332	0	68
Medusas	106	5	4	52	14	2
Sifonoforos	97	221	184	292	600	267
LCifonautas	93	15	0	401	54	4
Doliolidos	66	48	79	53	232	123
Heteropodos	64	0	4	165	0	0
Estomatopodos	36	0	0	359	0	0
Larvas decapodos	28	10	2	15	11	0
Isopodos	22	15	2	35	22	8
Salpas	14	59	40	421	103	24
Ctenoforos	7	0	0	1	2	0
Larvas Cypris	4	0	0	8	0	2
Cladóceros	0	15	21		94	12
Grupos dominantes	11	10	2	15	9	0

a) Copépodos

A fin de comparar la composición y densidad media relativa de los grupos zooplanctónicos más importantes en número desde 1997 al 2009, se consideró la información comprendida entre las 10 a 200 mn, 230 a 400 mn y mayores a 430 mn de la costa (**Tabla 27**).



Los copépodos se valoran como grupo dominante en términos de presentar las mayores densidades históricas, y además alcanzar este año una frecuencia de ocurrencia (constancia) del 100 % y dominancia numérica sobre el 70% en la zona de estudio.

Este grupo presentó una predominancia durante la noche, con una densidad media de 56.250 individuos /1.000 m³ y valores mínimos de 2.378 individuos/1.000 m³ y máximo de 264.160 individuos/1.000 m³. En el día, las densidades observadas son menos extremas 2.359 a 105.481 individuos/1.000 m³, con predominio de valores entre los 11.374-27.733 individuos/1.000 m³, lo cual explica una menor dominancia (70,63%) densidad media de 23.429 individuos/1.000 m³.

Al comparar los distintos años, los copépodos muestran una paulatina disminución en sus niveles de abundancia entre 1997 al 2002, con densidades relativamente más altas que lo registrado durante los años siguientes. A partir del 2003, un leve incremento se observa en la abundancia diurna y nocturna dentro y fuera de la ZEE, sin alcanzar los niveles anteriores, registrando este año una densidad en el rango de los bajos valores registrados durante este periodo. Se verifica para 1997 al 2007, un número mayor de individuos durante el período nocturno (**Figura 20, Tabla 27**).



Tabla 27
 Densidad media y coeficiente de variación en grupos importantes en número, diurnas y nocturnas entre 5–200, 230-400 y 430–500/700 mn (1997 – 2009)

Eufáusidos	Diurno 10 a 200 mn		Nocturno 10 a 200 mn		Diurno 230 a 400 mn		Nocturno 230 a 400 mn		Diurno 430, 500 y 700 mn		Nocturno 430, 500 y 700 mn	
	Densidad	CV(%)	Densidad	CV(%)	Densidad media(t)	CV(%)	Densidad	CV(%)	Densidad	CV(%)	Densidad media(t)	CV(%)
1997	3910	15	8004	15								
1998	1060	40	4239	23								
1999	7864	32	10623	25								
2000	664	29	4356	23								
2001	4501	33	4035	28								
2002	593	30	1788	20								
2003	5108	62	11059	53	1667	96	5871	44				
2004	2194	45	5296	24	28	21	411	16				
2005	556	24	4051	33	145	84	623	63				
2006	799	54	2028	21	293	33	829	21	197	24	1601	24
2007	232	37	2900	44	253	89	103	33				
2008	1583	85	1223	81	94	36	354	19	1	1	117	28
2009	669	60	917	20	64	20	240	20	89	30	266	20
Copépodos	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno
	10 a 200 mn	10 a 200	230 a 400 mn	230 a 400	430, 500 y 700	430, 500 y 700	10 a 200 mn	10 a 200	230 a 400 mn	230 a 400	430, 500 y 700	430, 500 y 700
	Densidad	CV(%)	Densidad	CV(%)	Densidad media(t)	CV(%)	Densidad	CV(%)	Densidad	CV(%)	Densidad media(t)	CV(%)
1997	145690	11	202699	11								
1998	64954	11	122357	7								
1999	85307	14	94780	12								
2000	44222	10	102861	11								
2001	83848	12	95217	12								
2002	19541	10	42539	13								
2003	27928	16	49161	10	45791	19	77133	17				
2004	34236	43	41953	22	13865	14	36221	15				
2005	40912	16	51524	11	25957	72	39819	54				
2006	38693	11	63626	12	39224	10	82375	8	29594	11	53835	25
2007	34826	23	49210	11	22085	14	51742	10				
2008	8572	31	25786	53	8583	13	13209	13	13397	48	160312	31
2009	19385	20	56707	20	29517	10	73340	10	20559	10	41743	10



cont. Tabla 27
Densidad media y coeficiente de variación en grupos importantes en número, diurnas y nocturnas entre 5–200, 230-400 y 430–500/700 mn (1997 – 2009)

Ostrácodos	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno
	10 a 200 mn	10 a 200 mn	230 a 400 mn	230 a 400 mn	430, 500 y 700	430, 500 y 700	10 a 200 mn	10 a 200 mn	230 a 400 mn	230 a 400 mn	430, 500 y 700	430, 500 y 700
	Densidad media(t)	CV(%)	Densidad media(t)	CV(%)	Densidad	CV(%)	Densidad	CV(%)	Densidad	CV(%)	Densidad	CV(%)
1997	4469	14	4352	9								
1998	3003	7	4091	9								
1999	2595	17	2098	14								
2000	1649	10	2692	13								
2001	3155	14	2784	15								
2002	1237	10	1325	10								
2003	934	17	955	14	454	20	308	19				
2004	1133	12	1121	20	372	24	375	24				
2005	2391	12	1762	14	545	66	1067	67				
2006	2170	10	1683	10	1420	10	3436	27	1558	27	3359	26
2007	2889	21	1496	15	581	19	787	16				
2008	979	43	1013	19	1108	18	1256	12	487	40	839	23
2009	1910	20	3857	20	2671	30	3360	10	1339	20	1580	10
Quetognatos	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno
	10 a 200 mn	10 a 200 mn	230 a 400 mn	230 a 400 mn	430, 500 y 700	430, 500 y 700	10 a 200 mn	10 a 200 mn	230 a 400 mn	230 a 400 mn	430, 500 y 700	430, 500 y 700
	Densidad media(t)	CV(%)	Densidad media(t)	CV(%)	Densidad	CV(%)	Densidad	CV(%)	Densidad	CV(%)	Densidad	CV(%)
1997	18238	12	18254	8								
1998	6298	8	12489	7								
1999	8494	12	8084	13								
2000	6981	17	16313	7								
2001	7957	10	7448	12								
2002	3821	12	7239	12								
2003	3776	15	6440	13	2131	12	4640	16				
2004	2255	11	4306	13	3721	16	4527	10				
2005	2381	8	3783	12	3352	49	4208	38				
2006	2093	8	2472	12	3692	11	6391	14	3969	18	9091	30
2007	1793	12	1989	16	2495	11	5099	12				
2008	908	31	656	28	1592	12	1986	12	2213	28	3676	19
2009	2570	20	6622	20	5934	10	10039	10	5338	10	7217	10



El an3lisis no param3trico Kruskal-Wallis mostr3 diferencias significativas en la abundancia relativa media entre el d3a y la noche para este grupo (valor $p = 0,000$) (**Figura 21, Tabla 28**), verificando que un mayor porcentaje de estaciones concentr3 densidades mayores cuando las capturas fueron nocturnas.

Tabla 28

Resultado de la Prueba de Kruskal-Wallis. Los valores significativos se indican en negrita (valor $p < 0,05$).

Grupos Zooplanct3nicos	Abundancia media		Valor p
	D3a	Noche	
Cop3podos	23429	56250	0
Euf3usidos	216	444	0
Larvas euf3usidos	445	1526	0,002
Ostr3codos	1940	2807	0,006
Cladoceros	14	35	0,699
Larvas dec3podos	11	8	0,646
Anf3podos	87	149	0,028
Estomat3podos	8	103	0,269
Medusas	28	20	0,702
Sifon3foros	176	382	0,002
Cten3foros	2	1	0,57
Is3podos	12	20	0,789
Quetognatos	4899	7961	0
Poliquetos	312	772	0
Pteropodos	159	527	0
Larvas gastr3podos	71	155	0,131
Salpas	67	377	0,339
Doli3lidos	65	138	0,721
Apendicularias	604	2607	0,003
Foramin3feros	164	509	0,021
Radolarios	415	403	0,382
Larvas Cifonautas	27	134	0,204
Heter3podos	18	71	0,036
Larva Cypris	2	4	0,832



b) Quetognatos

Los quetognatos se constituyeron en el segundo grupo de relevancia cuantitativa a pesar de exhibir una dominancia baja (14,77% día y 10,55% noche). Igual que los copépodos este grupo presenta una frecuencia constante que determinó su incidencia cercana al 100% de las estaciones planctónicas (**Tabla 25**).

La densidad media nocturna fue de 7.961 individuos/1.000 m³ y fluctuó entre 115 y 29.439 individuos/1.000 m³, mientras que durante el día se registró una densidad promedio menor de 4.899 individuos/1.000 m³ que varió entre 77 y 14.197 individuos/1.000 m³ (**Tablas 25 y 26**).

Este grupo mostró diferencias significativas en la abundancia media para el día y la noche, al obtener un valor de $p = 0,93$ (**Tabla 28, Figura 22**), al igual que copépodos y de la mayoría de los períodos previos, donde se registran fuertes cambios de la abundancia media en ambos períodos para los años 1998, 2000, 2002, 2003, 2004 y 2005 (**Figura 20**).

Este grupo ampliamente dominante por su abundancia en el zooplancton ha experimentado un marcado descenso, observando en las 200 mn un decrecimiento constante a partir del 2001, registrando este año un fuerte incremento en la densidad media respecto al 2008, dentro (548%) y fuera (405 %) de la ZEE. constituyéndose en el valor más alto observado en los últimos cinco años en la zona.

c) Ostrácodos

Los ostrácodos que son una taxa dominante en la zona de estudio, se distribuyeron con una densidad media diurna de 1.940 individuos/1.000 m³ y 2.807 individuos/1.000 m³ nocturna. La constancia fue de 96,80% y 95,23%, con lo cual mantiene la característica de valores superiores al 95 % observado a través de los



distintos años, lo que en conjunto a la dominancia de este grupo de 5,85 % (día) y 3,72% (noche), lo sitúa en el tercer lugar de importancia (**Tabla 25**).

En general el número de individuos asociados a los períodos diurnos y nocturno fue de 38,22% y 61,73%, estadísticamente significativas (valor $p = 0.006$) (**Tabla 28, Figura 23**). Es así que, de los trece períodos otoñales analizados en términos generales, durante los años 1997, 1999, 2001, 2004, 2005, 2006 y 2007 se registraron las mayores abundancias relativas medias para los ostrácodos durante los períodos diurnos (**Tabla 27, Figura 20**).

Este grupo, igual que copépodos muestra un paulatino descenso en su abundancia relativa llegando a un mínimo durante el período invernal del 2003, revelando un incremento en sus valores durante el 2005 (**Figura 20**). Situación que se revierte entre el 2006 y 2008 con un descenso de la densidad media, para alcanzar este año altos valores que respecto al año pasado, representaron un fuerte incremento del orden de 88,30 a 280,75% para el día y la noche en la zona de estudio.

d) Larvas de eufáusidos

Este grupo ocupa el quinto lugar en importancia numérica con una dominancia de 2,02% en las estaciones nocturnas con densidades entre 18 y 16.754 individuos/1.000 m³, con una frecuencia alta de ocurrencia, al detectarse sobre un 78% de estaciones nocturna que determinaron una densidad media de 1.526 individuos/1.000 m³. Durante el día, la dominancia numérica fue de 1,34 y solo se registraron densidades entre 10 y 3.243 individuos/1.000 m³ (**Tabla 25**). Este grupo presentó diferencias significativas entre el día y la noche, al obtener un valor de $p = 0,002$ (**Tabla 28**).



e) Eufáusidos

Los eufáusidos que son el ítem principal en la dieta de jurel, no alcanzaron los primeros lugares como años anteriores, descendiendo respecto al 2008, del sexto a octavo y quinto a noveno lugar en importancia numérica en las muestras diurnas y nocturnas. La dominancia numérica diurna y nocturna fue baja alcanzando un 0,65% y 0,59%, con una densidad media de 216 individuos/1.000 m³ y 443 individuos/1.000 m³ (**Figura 25**).

Durante el presente estudio los eufáusidos se registraron en el 92,55% de las estaciones durante el día, mientras que de noche alcanzó a 96,19%. Durante la noche las estaciones registran un mayor número de individuos, respecto a las estaciones diurnas.

Las densidades exhibidas por este grupo en todas las estaciones en la zona de estudio, se encuentran dentro de las más bajas de la serie histórica analizada, reconociendo este año una caída drástica en la densidad media de eufáusidos respecto a lo registrado el año pasado, que alcanzó a un 58% en el día y 25% en la noche dentro de la ZEE, mientras que en el sector oceánico fue de un 32% para ambos periodos (**Tabla 27, Figura 20**), evidenciando para el ítem principal en la alimentación de jurel una merma sostenida de su disponibilidad en la zona de estudio.

Los resultados de la prueba estadística aplicada a la información de los lances planctónicos diurnos y nocturnos, muestra la existencia de diferencias significativas entre ambos períodos, al obtener mediante la prueba ANOVA de Kruskal-Wallis un valor $p = 0,000$. Resultado, que a excepción del 2001, corrobora las diferencias significativas registradas entre ambos períodos para los distintos años de estudio.



7.4.5 Distribución del zooplancton

a) Copépodos

Este grupo estuvo presente en toda la zona de estudio, agrupando el mayor número de individuos en el sector intermedio entre puerto Coronel (37°S) y punta Galera (40°S), con aumento de sus concentraciones durante el período nocturno.

En el día, las mayores concentraciones se ubicaron en la zona intermedia, con un predominio de densidades entre 11.374–27.733 individuos/1.000 m³, en tanto, en la noche, las densidades aumentan a una categoría de 62.950-135.000 y 135.001-276.402 individuos/1.000 m³, con un incremento en la recurrencia en las estaciones, generando incremento de densidades de copépodos en estaciones mas oceánicas en la zona intermedia y sur de estudio (**Figura 21**).

En el sentido longitudinal, las densidades diurnas y nocturnas de este grupo no presentan una tendencia descendente hacia el océano, como años anteriores, sino valores que tienden a aumentar entre las 230 a 400 mn. De noche, las densidades promedios de copépodos aparentemente se incrementan en la costa producto de solo una estación de alta densidad a 10 mn de Pta Nigue (264.160 individuos/1.000 m³) manteniendo las estaciones nocturnas el comportamiento de las densidades observado durante el periodo diurno (**Figura 26b**).

Se verifican las máximas densidades desde Puerto Saavedra hasta el sur del área de estudio, respecto a lo observado en el 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008, y donde las máximas densidades diurnas y nocturnas se localizaron entre puerto Saavedra (38° 50'LS) y Corral.



b) Quetognatos

La distribución espacial de las densidades fue diferente en el día como de noche, aun cuando para ambos periodos el 51% de las estaciones registraron valores de 4.249-11.373 individuos/1.000 m³, durante la noche el 25% de las estaciones muestra el predominio de una categoría mayor 11.3674–27.733 individuos/1.000 m³, respecto al día, donde densidades de 1.387–4.243 individuos/1.000 m³ estuvieron presentes en un 28% de las estaciones diurnas. Para ambos periodos el número de quetognatos aumenta hacia el oeste, hasta alcanzar las 260 mn de la costa, para después comenzar disminuir paulatinamente hacia el sector oceánico, registrando además un incremento en la ocurrencia de las mayores densidades al sur de Talcahuano, siendo mas frecuente bajos valores de 66-367 individuos/1.000 m³ ligados a la costa al norte del área de estudio (**Figuras 22 y 26**).

En el día, la abundancia de quetognatos fue mayor a 630 mn frente a punta San Pedro (41°40'S), con densidades entre 11.374–27.733 individuos/1.000 m³, mientras que en la noche estas concentraciones superaron los 22.000 individuos/1.000 m³ y se ubicaron entre 200 a 300 mn desde Talcahuano a isla Guafo. (**Figura 22**).

c) Ostrácodos

En general, los ostrácodos estuvieron presentes en toda la zona de estudio, predominando las densidades 1.387-4.243 individuos/1.000 m³ en toda la extensión latitudinal y longitudinal prospectada, con valores máximos a 400 mn al sur de isla Chiloé para el día y 230 mn frente a isla Guafo en la noche. En ambos periodos, las densidades medias por transectas no muestran un incremento en sentido norte a sur, sino una concentración entre puerto Saavedra y sur de Corral, mientras que desde la costa hacia la alta mar no se observó un descenso progresivo de este valor (**Figuras 23 y 26**).



Luego, las mayores agregaciones de individuos se localizaron tanto de día como de noche en el sector al sur de Talcahuano y por sobre las 200 mn de la costa. Los focos de menor relevancia cuantitativa fueron más frecuentes y constantes en las estaciones más oceánicas diurnas y nocturnas.

d) Larva de eufáusidos

En general, este grupo no estuvo presente en toda la zona de estudio, predominando sus máximas abundancias diurnas y nocturnas en el sector sur, no observándose para ambos periodos un incremento de las densidades medias desde el océano a la costa, sino mas bien el incremento de densidad entre 25 a 260 mn, en el área de estudio. En este sentido, al igual que copépodos, quetognatos y ostrácodos los focos de menor relevancia cuantitativa, se hacen más frecuentes y constantes en las estaciones diurnas y nocturnas más oceánicas y costeras (**Figuras 24 y 26**).

e) Eufáusidos

Este grupo estuvo presente en el área prospectada, al constatar su registro en el 92,6 y 96,2% de las estaciones diurnas y nocturnas, exhibiendo bajas densidades diurnas 1-65 individuos/1.000 m³ y 66-367 individuos/1.000 m³ en el 58% y 36% de las estaciones realizadas, mientras que en la noche, su incremento es menor al predominar categorías de 66-367 individuos/1.000 m³ y 368-1.386 individuos/1.000 m³ en el 57 y 28% de las estaciones. Luego, la abundancia de eufáusidos colectada este año es el valor mas bajo de la serie histórica registrada desde 1997 en la zona de estudio (**Figura 26**).



Las mayores abundancias diurnas estuvieron a 10 mn de punta Nugurne, mientras que durante la noche, estas se agruparon a 50 mn frente a Talcahuano, coincidiendo las estaciones costeras con lo registrado en el 2004 2005, 2007 y 2008 (**Figura 25**)

En sentido latitudinal, los valores de densidad media diurna y nocturna muestran tendencia decreciente en sentido norte sur, con un incremento de las densidades en el extremo norte del área de estudio. Longitudinalmente están asociado a la costa, con altas concentraciones en las primeras 10 mn, para luego decrecer y hacerse constante su densidad diurna y nocturna partir de las 300 mn (**Figura 26**)

En el sector sur, donde se concentró principalmente el jurel, la densidad media de eufáusidos fue mínima, tanto para las estaciones diurnas (1–65 individuos/1.000 m³) como nocturnas (1-367 individuos/1.000 m³), con rangos que representan los niveles más bajos registrado en ambos períodos en la zona de estudio (**Figuras 25 y 26**). En este sentido, es importante destacar la baja abundancia de eufáusidos en la zona prospectada, por cuanto resultados de estudios anteriores han establecido que densidades más bajas y menor frecuencia de ocurrencia de eufáusidos en el sector donde predominaron altas densidades de jurel, sugiriendo una relación de alimentación al ser los eufáusidos la principal presa de jurel. Afirmación que se fortalece ante la disminución sostenida de las densidades de eufáusidos y la biomasa presentes del recurso en el área de estudio.

7.4.6 Estructura comunitaria de los grupos zooplanctónicos

El índice de Margalef varió de 0,55 a 1,70, correspondiendo el valor menor a la estación diurna ubicada a 400 mn frente a Carelmapu (41°40'S), donde se registro el número menor (7) de grupos zooplanctónico. El mayor índice se localizó en el día a



75 mn frente a puerto Lebu ($37^{\circ}30'S$) con el registro de 15 taxas zoplanctónicas en el área de estudio.

El índice de diversidad de Shannon & Weaver y Hill fluctuaron desde 0,48 a 1,78, y de 1,61 a 5,91, indicando que la menor diversidad de grupos zooplanctónicos se registró en la estación nocturna localizada a 360 mn de caleta Mansa ($40^{\circ}25'S$). En tanto, la mayor diversidad se situó en el sector sur a 200 mn frente a isla Guafo ($43^{\circ}45'S$), durante el día.

La uniformidad presente durante la prospección mostró que el 82,0% (Pielou) y 100% (Sheldon) de las estaciones tuvo valores bajo 0,5, determinando una baja uniformidad entre los grupos analizados, indicando que determinados grupos destacan notoriamente en un alto porcentaje de las estaciones. Las mayores dominancias este año, presentan diferencias en su distribución espacial respecto del 2007, al registrarse sus altos valores en el sector norte donde se detectó ausencia de concentración de jurel, lo cual este año cambia al distribuirse a través de toda la zona de estudio.

El índice de similitud de Winer indicó para el período de invierno del 2009, que no existe porcentajes altos de coexistencia entre los grupos zooplanctónicos, es decir, que su presencia en forma simultánea en las estaciones fue escasa. El mayor índice se obtuvo a nivel del 92,8% entre estomatópodos y apendicularias; 86,7% entre copépodos y quetognatos; un 69,5% entre isópodos y larvas de cifonautas; un 67,8% entre larvas de eufáusidos y foraminíferos; 65,2% entre eufáusidos y anfípodos; un 63,4% entre larvas de gastropodos y heterópodos; y menos de 40,0% para los restantes pares de especies (**Figura 27**).



La comparaci3n de estructuras zooplanct3nicas, considerando el n3mero de ejemplares por grupos zooplanct3nicos clasificados para el per3odo diurno y nocturno, de acuerdo a una estratificaci3n latitudinal de zona norte, centro y sur, as3 como longitudinal (sector costero y oce3nico), muestra un n3mero mayor de ejemplares durante la noche (71,74%) respecto al d3a (28,26%), destacando un fuerte agrupamiento de los individuos en el sector centro y sur oce3nico para ambos per3odo analizados (**Tabla 29**).

En la **Tabla 30**, se presenta el porcentaje asociado a cada taxa por zona, sector y per3odo del d3a, los cop3podos representan la mayor proporci3n de ejemplares en el 3rea prospectada, con valores que fluct3an entre un 63,9 y 79,1%, seguidos de quetognatos, ostr3codos, apendicularias y larvas de euf3usidos menores y bajo 12%. En este sentido, al igual que a3os anteriores, los cop3podos representan el mayor aporte del total de ejemplares observados en las 24 taxas registradas en la zona de estudio.

Dado que el n3mero de grupos observados por zona difiere y existen taxas con una baja representatividad, que pudiese influenciar los resultados de la prueba, se opt3 por considerar solo 7 grupos zooplanct3nicos, los cuales representan m3s del 96% del total de individuos observados en las tres zonas (**Tabla 30**).

Tabla 29

N3mero estaciones, especies y ejemplares para las zonas norte, centro, sur (latitudinal), costera y oce3nica (longitudinal) y por periodo del d3a.

ZONA		Numero de estaciones		Numero de especies		Numero de ejemplares	
Latitudinal	Longitudinal	D3a	Noche	D3a	Noche	D3a	Noche
Norte	Costera	4	5	16	17	162.071	168.992
	Oce3nica	6	2	14	13	128.702	79.091
Centro	Costera	4	10	15	15	57.664	750.060
	Oce3nica	25	25	18	17	1.042.021	2.033.609
Sur	Costera	5		10		78.532	
	Oce3nica	53	63	18	19	1.649.055	4.885.513



Tabla 30

Porcentaje de ejemplares por grupo zooplanctónico, según zona latitudinal - longitudinal y período del día.

	Norte				Centro				Sur			
	Costera		Oceánica		Costera		Oceánica		Costera		Oceánica	
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche
Anfípodos	1,5	0,1	0,4	0,3	0,0	0,2	0,3	0,3	0,0	-	0,1	0,1
Apendicularias	0,6	1,1	0,4	0,0	9,3	12,7	2,5	3,1	0,0	-	1,4	2,3
Cladóceros	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	-	0,0	0,0
Copépodos	77,7	76,2	69,4	79,1	63,9	68,6	75,4	74,4	69,6	-	67,3	75,5
Ctenóforos	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0
Doliólidos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,2	0,0	-	0,1	0,2
Estomatópodos	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	1,4	0,0	0,0	0,3	-	0,0	0,0
Eufáusidos	7,5	3,7	0,9	1,5	0,7	2,0	0,1	0,4	1,0	-	0,3	0,3
Foraminíferos	0,1	0,7	0,6	0,1	0,8	1,0	0,3	0,4	0,4	-	0,6	0,8
Heterópodos	0,1	0,1	0,1	0,3	0,5	0,2	0,0	0,1	0,8	-	0,0	0,1
Isópodos	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	-	0,0	0,0
L. Cifonautas	0,4	0,7	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,6	-	0,0	0,2
L. Decapados	0,3	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0
L. Eufáusidos	0,3	0,2	0,1	0,1	1,3	1,6	0,9	1,2	4,1	-	1,7	2,5
L. Gatrópodos	0,2	0,3	0,0	0,0	0,4	0,2	0,2	0,1	1,6	-	0,2	0,3
L. Cypris	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0
Medusas	0,2	0,6	0,00,4	0,1	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	-	0,0	0,0
Ostrácodos	3,9	4,4	10,2	6,9	5,4	4,4	4,4	3,8	6,9	-	6,6	3,5
Poliquetos	0,2	0,6	0,3	0,4	0,8	0,3	0,8	1,0	0,0	-	1,2	1,2
Pterópodos	0,0	0,5	0,7	0,1	0,9	0,7	0,5	0,9	0,0	-	0,5	0,6
Quetognatos	4,6	8,4	9,0	6,2	11,6	4,8	12,1	11,9	9,7	-	18,2	11,0
Radiolarios	1,6	1,7	6,7	3,7	3,0	1,4	1,0	0,6	4,7	-	0,7	0,3
Salpas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	-	0,3	0,7
Sifonóforos	0,3	0,6	0,7	0,9	0,3	0,2	0,6	1,0	0,0		0,5	0,3

Los resultados indican que existe evidencia muestral para rechazar la hipótesis de igualdad de estructuras zooplanctónicas entre períodos del día y los sectores latitudinales y longitudinales ($p\text{-value} < 0,001$ a un 95% de confianza. **Tabla 31**). Los grupos que contribuyen al rechazo de la hipótesis de igualdad son apendicularias,



copépodos y larvas de eufáusidos para el día y noche, quetognatos para la longitud costa océano y apendicularias, copépodos, larvas de eufáusidos y quetognatos para la zonificaci3n latitudinal norte sur (**Tabla 32**).

Tabla 31

Tamaño de muestra, hipótesis, estadístico de Wald y valor p para el análisis por zona (latitudinal – longitudinal) y periodo del día.

Tamaño de la muestra	Hipótesis	Wald	p.Value
10.606.359	Ho: Día=Noche	41,5	<0,001
	Ho: Costero=Océánico	39,7	<0,001
	Ho: Norte=Sur	28,8	<0,001

Tabla 32

Estadístico de Wald y valor p, para la hipótesis de igualdad de composici3n por taxa, según periodo del día y zona longitudinal.

Taxa	Ho: Día=Noche		Ho: Costero=Océánico		Ho: Norte=Sur	
	Wald	p.Value	Wald	Wald	p.Value	Wald
Apendicularias	9,0	<0,001	3,2	0,073	13,9	<0,001
Copépodos	5,6	0,018	1,2	0,275	7,1	0,028
Eufáusidos	6,5	0,011	0,0	0,984	14,4	<0,001
Ostrácodos	0,6	0,435	0,6	0,452	5,6	0,062
Quetognatos	3,0	0,082	2,7	0,103	5,0	0,083
Radiolarios	1,2	0,274	4,4	0,035	10,5	<0,001

7.4.7 Biomasa zooplanctónica

En invierno del 2009 y con el fin de obtener un valor estimativo de la productividad secundaria de la zona de estudio y de sus fluctuaciones, los volúmenes de desplazamiento húmedo del zooplancton se expresan en mililitros presentes en 1.000 m³ de agua filtrada, encontrándose que dichos valores en su dimensi3n individual muestran un amplio rango de variaci3n, que fluctúa entre 3-186 ml/1.000 m³ (día) y 6–214 ml/1.000 m³ (noche) con valores promedio de 25 y 51, predominando en ambos períodos biovolúmenes categorizados dentro de los



intervalos 0-33 y 34-100, los que representan un 79% y 58% de la biomasa total por período (**Figura 28**).

La distribución espacial de la biomasa señaló que la mayores abundancias diurnas se localizaron en las estaciones más cercanas a la costa, al norte de punta Nugurne (35°50'LS) con valores de biomasa entre 33-100 ml/1.000 m³. Durante la noche las distintas categorías se fortalecen, con altas densidades de Talcahuano al sur y valores 100-300 ml/1.000 m³ entre 300-330 mn frente a bahía Carnero (37°30'LS) y puerto Saavedra, así como en estaciones cercanas a la costa (**Figura 28**).

Al comparar los niveles de biomasa promedio obtenidos durante 1997 al 2006, se determina que bajas biomasas zooplanctónicas promedio se registra a partir del otoño del 2000, con valores que van de 76 a 109 ml/1.000 m³, a diferencia de las altas biomasas registradas entre 1997 y 1999 (152 y 161 ml/1.000 m³), observándose a partir del 2007 una fuerte disminución de 60% en la biomasa zooplanctónica. En este sentido, la biomasa media para invierno del 2009 (39/1000m³), muestra una tasa de cambio negativa de 87% respecto a lo observado para similar período del 2008 (301/1.000 m³), la cual representa el más bajo valor de la serie histórica entre 1997 a 2009.

7.4.8 Condiciones meteorológicas y oceanográficas

7.4.8.1 Meteorología

A partir de los datos de profundidad del ecosonda registrados en las tres naves participantes del crucero, se graficó la batimetría de la zona de estudio (**Figura 29**). La figura evidencia una batimetría global regular, con más de un 95% de las estaciones de muestreo situadas sobre una columna de agua mayor a 1000 m de profundidad, destacando el carácter oceánico del crucero de prospección.



En las primeras 200 mn (sector costero), la presión atmosférica presentó menor variabilidad para el período de estudio, respecto a lo observado en el área más oceánica fluctuando entre los 997,4 y los 1029,80 Hpa, con un valor promedio de $1014,80 \pm 7,6$ Hpa. La serie de tiempo para esta variable (**Figura 30c**) evidenció escasa variación diaria y dos ciclos de incremento y disminución, con altos valores promedio de presión atmosférica los días 8,13 y 22 de julio, y bajos valores (<1010 Hpa) para el periodo 16-19 de julio del 2009.

La rapidez del viento (**Figura 30c**) varió desde 1 a 26 nudos, con valor promedio de $12,9 \pm 6,4$ nudos, el cual es significativamente menor al registrado en la región más oceánica. La intensidad evidenció una alta variabilidad temporal diaria, con incrementos importantes (>20 nudos) los días 4, 21 y 22 de julio, alternados con disminuciones (<10 nudos) los días 5, 11,14 y 20 de julio del 2009. En esta zona se observó el claro predominio de vientos provenientes de los cuadrantes sur, principalmente del SW (50%), S (9%) y SE (11%), como se refleja en los resultados provenientes del análisis de la rosa de vientos de 16 puntas para la región norte del área prospectada (**Figura 31c**).

La altura de ola reveló un comportamiento variable, con eventos de alta y baja magnitud, con promedios diarios en torno a 2 metros para los días 12, 13, 16, 21 y 22 de julio, en tanto valores bajos cercanos a los 0,5 m se observó el días 11 y 20 de julio del 2009 (**Figura 30c**).

En el sector oceánico intermedio, la temperatura del aire entre 200 a 600 mn, reveló alta variabilidad diaria respecto a las diferentes horas del día en que se realizaron las estaciones oceanográficas, con valores desde 5,5 a $19,5^{\circ}\text{C}$ y promedio de $11,1 \pm 3,0^{\circ}\text{C}$ (**Figura 30b**). Esta variable evidenció tres periodos levemente distintos: a) temperatura comparativamente más altas ($\sim 15^{\circ}\text{C}$) registradas al inicio (1-10 junio), b)



temperaturas más bajas, entre 8 y 10°C desde el 16 a 26 de junio y un rango intermedio de 11 a 13°C hacia el final del periodo (6–27 de julio del 2009).

La presión atmosférica presentó variabilidad diaria con valores que oscilaron entre los 992 y 1030,5 HPa, centrado en los $1021,6 \pm 8,7$ Hpa, evidenciando en el área prospectada, ciclos de incremento y decremento que se hicieron más intensos hacia el final del periodo de estudio (11-27 de julio), donde se registraron un valor promedio mínimo (~ 1003 Hpa) el 16 de julio y un valor promedio máximo (~ 1038 Hpa) el 21 de julio del 2009 (**Figura 30b**).

La intensidad el viento en este sector presentó mayor fluctuación entre 0 a 36 nudos (promedio = $16,3 \pm 8,3$ nudos), lo cual se reflejó en la distribución temporal de los promedios diarios, con ciclos de aumento y disminución desde el 1 al 24 de junio, un periodo de alta variabilidad entre el 6 y 16 de julio, para posteriormente decaer a valores bajos los 5 nudos hacia el final del periodo de prospección (**Figura 30b**), predominando en este sector vientos provenientes del cuadrante sur (**Figura 31 b**).

Respecto a la altura de ola, esta reveló una distribución temporal similar a lo registrado por la intensidad del viento, con ciclos incrementos y decrecimiento durante la primera mitad de la serie (1-24 junio), con un comportamiento estable en torno a los 4-6 metros en julio y su posterior caída al final del periodo de estudio (**Figura 30b**), evidenciando alturas mayores que las registradas en las primeras 200 mn de la costa.

En el sector oceánico (600 a 700 mn), la temperatura del aire mostró un paulatino descenso desde valores promedio mayores de 21°C al inicio (9-11 de junio) a valores menores a 17°C al final (20 de junio). Luego, en este sector la temperatura del aire varió entre 16 y 23°C, con un promedio de $19,4 \pm 8,3$ °C (**Figura 30a**)



La presión atmosférica varió entre los 985,7 y los 1028,0 Hpa, con un promedio de $1018,7 \pm 10,0$ Hpa, presentando esta variable un ciclo de disminución e incremento a lo largo del período de prospección, con valores máximos (> 1020 HPa) asociados al comienzo (9-10 de Junio) y término (21-23 de Junio), registrando una disminución con valores inferiores a los 1010 HPa hacia la mitad de estudio (**Figura 30a**).

La rapidez del viento en este sector presentó un rango de fluctuación entre 8 y 26 nudos (promedio= $14,6 \pm 5,7$ nudos). La distribución temporal de los promedios diarios de la rapidez del viento reveló, en general, valores bajos (~ 10 nudos) al inicio y final de la serie de observaciones, y valores comparativamente mayores (> 20 nudos) hacia los días 16 y 17 de Junio de 2009 (**Figura 30a**). En este sector, la intensidad del viento fue mayor respecto a las primeras 200 mn, registrando el predominio de vientos del SW (22%) y SSW (18%) (**Figura 31a**).

Por último, la altura de las olas mostró una distribución muy similar al reseñado para la intensidad del viento, con bajos valores ($< 1-1,5$ metros) al inicio y término de la serie, y valores máximos (2,5-3 metros) en la mitad de las observaciones realizadas en este sector oceánico (**Figura 31a**).

7.4.8.2 Condiciones oceanográficas

Se entrega la distribución horizontal de las variables oceanográficas medidas, *i.e.*, temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (expresada como σ_t), oxígeno disuelto (ml L^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}). Los estratos de profundidad considerados en este análisis fueron: 5, 25, 50, 100 y 200 m de profundidad, a excepción de la clorofila-a, sobre la cual se entrega la carta de distribución horizontal superficial e integrada en una columna de agua que abarcó desde los 100 m a la superficie.



a) Estrato de 5 m de profundidad

Temperatura: En el estrato superficial, la temperatura del mar present3 un rango de variaci3n entre los 9,2 y los 18,2°C, con un valor promedio de $13,1 \pm 2,01^\circ\text{C}$ (n=231 datos). En el 3rea de estudio, una variaci3n meridional se observa de ~6°C en el sector oce3nico (80-86°W), con aguas m3s c3lidas (>17°C) hacia el sector NW y aguas comparativamente m3s fr3as (<12°C) asociadas al sur de los 41°S. El sector costero evaluado entre los 34° y los 40°S, revela una variaci3n zonal moderada con aguas fr3as (12-13°C) entre los 36°50'S y los 39°20'S (**Figura 32a**). En general, el sector oce3nico muestra la presencia de un gradiente t3rmico superficial de sentido SW-NE (13-16°C).

Salinidad: La salinidad superficial present3 un rango de variaci3n entre 32,130 y 34,363 psu considerando toda el 3rea prospectada, con un valor promedio de $33,984 \pm 0,237$ psu (n= 231 datos). La distribuci3n superficial de la salinidad evidenci3 una baja variaci3n meridional, evaluada principalmente en el sector oce3nico, donde las mayores salinidades (>34,2 psu) se registraron al norte de los 38°S y aguas con salinidades ~34,0 psu dominaron gran parte del 3rea situada al sur de los 40°S. Situaci3n que cambia en el sector costero, donde un fuerte gradiente zonal de salinidad se detect3 entre 34° y 40°S y abarc3 hasta aproximadamente las 60 mn desde la costa, con aguas menos salinas (<33,5 psu) en la banda costera (~20 mn) y aguas m3s salinas (34,0 psu) situadas por sobre los 75°W (**Figura 32b**).



Densidad: La densidad superficial present3 una fluctuaci3n entre los 24,25 y los 26,30 σ_t , con un valor promedio de $25,53 \pm 0,375\sigma_t$ (n= 231 datos). El campo horizontal de la densidad present3 fuera de la ZEE, una distribuci3n similar pero inversa a lo descrito para la temperatura, esto es, aguas menos densas situadas al norte de los 38°S, un gradiente de densidad de sentido SW-NE (25,2-25,6 σ_t) y aguas m3s densas (>25,8 σ_t) registradas al sur de los 42°S, que genera una variaci3n meridional de $\sim 1,2 \sigma_t$ en el sector oce3nico del 3rea de estudio (**Figura 32c**). Asimismo, el sector costero tambi3n evidenci3 un leve gradiente zonal con aguas menos densas (<25,2 σ_t) cercanas a la costa (<20 mn).

Ox3geno disuelto: La concentraci3n de ox3geno disuelto superficial present3 aguas bien oxigenadas, con un rango de variaci3n entre los 5,07 y los 7,29 ml L⁻¹ ($6,04 \pm 0,311$ ml L⁻¹; n= 229 datos). La distribuci3n espacial de la concentraci3n de ox3geno disuelto en el 3rea de estudio (**Figura 32d**) evidenci3 una distribuci3n homog3nea, bien caracterizada por las isol3neas de concentraci3n de 6,0 y 6,2 ml L⁻¹, sin la presencia de gradientes zonales ni meridionales de importancia.

b) Estrato de 25 m de profundidad

Temperatura: La temperatura del mar a los 25 m de profundidad (representativo del estrato situado por sobre la termoclina) evidenci3 un rango de variaci3n entre los 9,2 y los 18,2 °C, con un valor promedio para el 3rea de estudio de $13,1 \pm 1,970$ °C (n= 235 datos). La distribuci3n horizontal de la temperatura en el sector oce3nico (>78°W) mostr3 una situaci3n muy similar a lo reseñado para la superficie, revelando una variaci3n meridional de $\sim 6^\circ\text{C}$, la presencia de aguas m3s c3lidas (>17°C) hacia el norte de los 38°S y m3s fr3as (<12°C) registradas tanto al sur de los 41°S como en el sector costero (**Figura 33a**).



Salinidad y Densidad: Para este estrato, la salinidad present3 valores entre 33,655 y 34,355 psu y un promedio de $34,006 \pm 0,113$ psu ($n= 235$ datos). El sector oce3nico situado m3s all3 de la ZEE, se observa una distribuci3n de la salinidad muy similar a la descrita para el estrato superficial, con escasa variaci3n meridional asociada al dominio de aguas con salinidades $\sim 34,0$ psu al sur de los 40°S , y comparativamente m3s salinas ($>34,2$ psu) al norte de los 39°S . El sector costero evidenci3 una distribuci3n distinta a la reseñada para la superficie, desapareciendo el gradiente zonal observado en superficie, dado el dominio de las isohalinas de 33,8 y 33,9 psu, revelando que el efecto de diluci3n costera se expresa s3lo localmente hacia los estratos m3s someros (**Figura 33b**). La densidad del agua de mar mostr3 un rango de variaci3n entre los 24,67 y los 26,30 σ_t , con un valor promedio de $25,56 \pm 0,347$ σ_t ($n= 235$ datos), donde la densidad del agua el sector oce3nico por fuera de la ZEE, mostr3 un gradiente de sentido SW-NE con aguas menos densas ($<25,0$ σ_t) al norte del los 38°S y valores mayores al sur de los 42°S , caracterizadas por la isopicna de 25,8 σ_t . A diferencia del estrato superficial, la densidad en el sector costero no revela el gradiente zonal positivo al oce3no, sino el dominio de la isopicna de 25,6 σ_t (**Figura 33c**).

Ox3geno disuelto: La concentraci3n de ox3geno disuelto present3 un rango de variaci3n que fluctu3 entre los 5,21 y los 6,72 ml L^{-1} , con un valor promedio de $6,02 \pm 0,306$ ml L^{-1} ($n= 235$ datos). La distribuci3n horizontal de la concentraci3n de ox3geno disuelto en el 3rea de estudio (**Figura 33d**) fue similar a la reportada para el estrato superficial, evidenciando una distribuci3n homog3nea de aguas bien oxigenadas, sin la presencia de gradientes zonales o meridionales de importancia, y bien caracterizadas por las isol3neas de concentraci3n de 5,8 a 6,2 ml L^{-1} .



c) Estrato de 50 m de profundidad

Temperatura: En este estrato, la distribución horizontal de la temperatura (**Figura 34a**) muestra la ausencia de variabilidad zonal, y una moderada variación meridional en el sector oceánico más allá de la zona económica exclusiva del área prospectada, que se expresa en la presencia de aguas más cálidas ($\sim 17^{\circ}\text{C}$) al norte de los 38°S , un gradiente de sentido SW-NE que incluye las isotermas de 13 a 16°C , y aguas comparativamente más frías al sur de los 42°S , siendo bastante similar a lo reseñado para los estratos anteriores. La temperatura presentó un rango de variación que fluctuó entre los $9,2$ y los $18,1^{\circ}\text{C}$, con un valor promedio de $12,89 \pm 1,903^{\circ}\text{C}$ ($n=232$ datos).

Salinidad y Densidad: A los 50 metros de profundidad la salinidad presentó variaciones entre los 33,754 y los 34,451 psu, con un valor promedio de $34,018 \pm 0,111$ psu ($n= 232$ datos) considerando toda el área de estudio. La distribución espacial evidenció muy poca variación meridional y la virtual ausencia de variabilidad zonal, mostrando una distribución similar a lo descrito para el estrato de 25 metros de profundidad. Salinidades en torno a los 34,0 psu dominan gran parte del área entre los 40 y 44°S , en tanto aguas levemente más salinas ($>34,2$ psu) se detectaron sólo al norte de los 38°S (**Figura 34b**). Al igual que la salinidad, la densidad del agua de mar también muestra una distribución espacial similar al estrato de 25 m, permitiendo suponer profundidades de capa de mezcla superiores a los 50 metros fuera de la ZEE. En este estrato, la densidad del agua de mar fluctuó entre los 24,67 y los 26,30 σ_t , con un valor promedio de $25,60 \pm 0,144$ σ_t ($n= 346$ datos).

Oxígeno disuelto: La concentración de oxígeno disuelto en el agua de mar fluctuó entre los 2,27 y los $6,72 \text{ ml L}^{-1}$ (promedio= $5,94 \pm 0,545 \text{ ml L}^{-1}$; $n= 232$ datos). Al igual que en los estratos anteriores, en los 50 metros de profundidad se observó aguas



bien oxigenadas especialmente en el sector oceánico, dominadas por las isolíneas de concentración entre 5,8 y 6,2 ml L⁻¹; en tanto, en el sector costero muestra un claro gradiente zonal con aguas menos oxigenadas (< 4,5 ml L⁻¹) hacia la costa (**Figura 34d**).

d) Estrato de 100 m de profundidad

Temperatura: En este estrato, la temperatura presentó un amplio rango de fluctuación entre los 8,2 y los 16,1°C y un promedio de 11,4 ± 1,175°C (n= 226 datos). En este estrato se registra un cambio en la distribución térmica al interior del área de estudio. con la ausencia de aguas con temperaturas superiores a los 14°C, y el dominio de aguas frías en toda el área de estudio, incluyendo el sector costero, las que quedan bien caracterizadas por las isotermas de 11 y 12°C (**Figura 35a**). Distribución que muestra un escaso gradiente zonal y una variabilidad meridional en el sector oceánico de 3°C para el área total prospectada.

Salinidad y Densidad: En el sector oceánico, en el área prospectada por fuera de la zona económica exclusiva, la salinidad en este estrato de profundidad mostró una distribución horizontal homogénea, quedando bien caracterizada por la disposición espacial de la isohalina de 34,0 psu (**Figura 35b**). En tanto, al interior de las 200 mn desde la costa se registró un claro gradiente zonal con aguas más salinas (>34,4 psu) dentro de las primeras 200 mn, evidenciando la presencia incipiente de las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AEES) en este sector. En este estrato, la salinidad fluctuó entre los 33,892 y los 34,662 psu, con un valor promedio de 34,049 ± 0,139 psu (n= 226 datos). La distribución espacial de la densidad (**Figura 35c**) también reveló, para el sector oceánico, una distribución más bien homogénea, sin gradientes zonales ni meridionales de importancia, la que esta bien caracterizada por la distribución de las isopícnas de 25,8 y 26 σ_t. Asimismo, AEES se registran en el



sector costero (<100 mn) con la presencia de aguas más densas (>26,2 σ_t) en este sector. La densidad del agua de mar en este estrato presentó un rango de fluctuación entre los 25,03 y los 26,47 σ_t , con un valor promedio de 25,929 $\sigma_t \pm 0,235$ (n= 226 datos).

Oxígeno disuelto: En este estrato, la concentración de oxígeno disuelto fluctuó ampliamente entre los 1,08 y los 6,70 ml L⁻¹ y un valor promedio para toda el área de estudio de 5,67 $\pm 1,127$ ml L⁻¹ (n= 226 datos). A diferencia de lo reseñado para los estratos anteriores, acá se destacan diferencias importantes entre el contenido de oxígeno disuelto registrado al interior y al exterior de la ZEE en el área prospectada. Es así que, se observa una distribución muy homogénea de aguas bien oxigenadas (en torno a los 6 ml L⁻¹) por fuera de las 200 mn (**Figura 35d**). Mientras que el interior de la ZEE entre los 34 y 40°S, reveló un claro gradiente zonal con aguas menos oxigenadas (<2 ml L⁻¹) en las primeras 40 mn desde la costa, que confirma la presencia de AESS en dicho sector y su ausencia en aguas abiertas.

e) Estrato de 200 m de profundidad

Temperatura: En el estrato de 200 metros de profundidad se registró la presencia de aguas frías y una distribución espacial homogénea, caracterizada por la ausencia de gradientes zonales, una escasa variación meridional (~2°C) y el dominio de las isotermas de 8 y 9 °C en gran parte del área prospectada (**Figura 36a**). La temperatura en este estrato fluctuó entre los 6,3 y los 11,3°C, con un valor promedio de 8,7 $\pm 1,126$ °C (n= 225 datos).

Salinidad y Densidad: En la distribución horizontal de salinidad (**Figura 36b**) destaca la presencia de aguas más salinas (>34,5 psu) en la ZEE, asociadas a Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) en su flujo hacia el polo. Fuera de las



200 mn, la distribuci3n de la salinidad evidenci3 una distribuci3n homog3nea de salinidades m3s bajas, bien caracterizadas por las isohalinas de 34,1 y 34,2 psu y sin la presencia de gradientes meridionales ni zonales. En este estrato, la salinidad fluctu3 entre los 33,933 y los 34,686 psu, con un valor promedio para toda el 3rea de estudio de $34,230 \pm 0,169$ psu ($n= 225$ datos). Respecto a la densidad del agua de mar, el campo horizontal verific3 muy leves diferencias zonales positivas a la costa, con aguas de menor densidad ($\sim 26,4 \sigma_t$) entre los 38 y los 41°S y aguas comparativamente m3s densas ($>26,6 \sigma_t$) al interior de las 200 mn y al sur de los 42°S (**Figura 36c**). El rango de fluctuaci3n de la densidad fue entre los 26,06 y los 26,85 σ_t , con un valor promedio de $26,530 \pm 0,147 \sigma_t$ ($n= 225$ datos).

Ox3geno disuelto: El rango de fluctuaci3n de la concentraci3n de ox3geno disuelto en los 200 m de profundidad fue muy amplio, variando entre aguas muy pobres en ox3geno ($0,55 \text{ ml L}^{-1}$) y aguas muy oxigenadas ($6,52 \text{ ml L}^{-1}$) con un valor promedio de $4,60 \pm 1,674 \text{ ml L}^{-1}$; $n= 225$ datos). La distribuci3n espacial (**Figura 36d**) revel3 claras diferencias entre el sector evaluado al interior y al exterior de la ZEE. Por una parte, se detect3 la presencia de aguas con bajo contenido de ox3geno disuelto ($< 1,5 \text{ ml L}^{-1}$) al interior de las 100 mn con una extensi3n m3s oce3nica frente a los 37°S, coincidiendo espacialmente con la disposici3n del m3ximo salino revelando la presencia de las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales en dicho sector, y generando un gradiente zonal importante entre los 77 y 78°30'W debido a la presencia de aguas bien oxigenadas ($5-6 \text{ ml L}^{-1}$) en el sector oce3nico del 3rea prospectada. Por el contrario, el sector situado fuera de la ZEE muestra una distribuci3n homog3nea de la concentraci3n de ox3geno disuelto, sin la presencia de gradientes zonales ni meridionales de importancia.



g) Distribución horizontal de la clorofila-a superficial e integrada

La biomasa fitoplanctónica (estimada aquí como clorofila-a) evidenció valores superficiales bajos, que fluctuaron entre los 0,11 y los 0,68 mg m⁻³, con un promedio de 0,20 ± 0,097 mg m⁻³ para toda el área de prospección, lo que es consistente con el período invernal y el área oceánica (gran parte fuera de la ZEE de Chile centro-sur) del área prospectada. La distribución espacial de esta variable (**Figura 37**) evidenció los más bajos valores en el sector oceánico comprendido entre los 79 y 87°W donde dominó la isolínea de concentración de 0,15 mg m⁻³, siendo mayores en el sector costero donde destaca concentraciones superiores a los 0,45 mg m⁻³ en el extremo NE.

La clorofila-a integrada en los primeros 50 metros de la columna de agua, evidenció muy bajos valores y una distribución horizontal caracterizada por un marcado gradiente zonal ubicado al norte de los 40°S, con mayores concentraciones (>16 mg m⁻²) asociadas al extremo NE (**Figura 37**), y una distribución homogénea de valores muy bajos de clorofila integrada entre los 80° y 86°W, caracterizada por la isolínea de concentración de 8 mg m⁻², que se interrumpe sólo por valores levemente superiores (> 12 mg m⁻²) en el extremo SW del sector de estudio.

h) Distribución horizontal de TSM y clorofila satelital

Las imágenes satelitales compuestas para cada semana en los meses de Junio y Julio de 2009 (**Figura 38**), verificó el dominio de aguas cálidas (T>18°C) hacia la zona Noroeste y aguas frías (T<12°C) en la zona Sur y a lo largo de la zona costera. En general, durante el estudio se observó un enfriamiento progresivo del océano, con un notorio desplazamiento hacia el Norte de las isoterms, observando en la zona costera, temperaturas del océano relativamente constante sin registrar núcleos de aguas con baja temperatura, lo que sugiere una débil actividad de surgencia costera



consistente con bajas intensidades de los vientos favorables a la surgencia, observado a lo largo de la costa durante el periodo de prospecci3n (3poca invernal).

Los campos promedios (compuestos) de clorofila fueron contruidos a partir de im3genes diarias de clorofila satelital MODIS-Aqua, obtenidas del Ocean Color Web (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/ftp.html>). Estos promedios presentaron una gran cantidad de datos faltantes, producidos muy posiblemente por la cobertura nubosa asociada a los diferentes frentes de mal tiempo ocurridos durante la prospecci3n, lo cual imposibilit3 el analizar la variabilidad espacial de la clorofila en la regi3n durante el periodo de crucero. Solo la regi3n costera entre 36°-41°S tuvo una buena cobertura de datos v3lidos al menos durante 5 de las 9 semanas del per3odo analizado. En esta regi3n fueron observaron concentraciones comparativamente m3s altas de clorofila, conformando estructuras de filamentos restringidos a la costa, posiblemente vinculados a un evento de surgencia. La concentraci3n de clorofila en esta zona decay3 hacia la 3ltima semana de la prospecci3n dado probablemente a la inexistencia o debilitamiento de vientos favorables a la surgencia costera observados para el periodo de estudio.

7.4.8.3 An3lisis distribuci3n vertical de las variables oceanogr3ficas

A continuaci3n, se entrega el an3lisis de la distribuci3n vertical de cada una de las variables oceanogr3ficas registradas durante el estudio, para las transectas evaluadas en el 3rea de prospecci3n. Las transectas evaluadas han sido numeradas desde la transecta 1 (extremo norte) a la transecta 21 (sur-oce3nico) seg3n se muestra en la **Figura 1b**.



Sector costero (Transectas 1, 2, 4, 6, 8, 10, y12)

En este sector, las transectas exhibieron, en general, un patr3n de distribuci3n t3rmico similar, caracterizado por. a) la presencia de aguas superficiales (< 50-100 m) en torno a los 13°C, con la excepci3n de las dos primeras transectas que presentaron aguas m3s c3lidas (>14°C) especialmente hacia el sector oce3nico, siendo levemente m3s fr3as al interior de las 100 mn desde la costa (~12°C) revelando un muy leve gradiente zonal; b) la presencia de una termoclina d3bil hacia la mitad oce3nica de todos los transectos (a excepci3n de la Transecta 9 que se verifica en toda su extensi3n), situ3ndose verticalmente entre los 70 y los 120 metros de profundidad. En general, bajo los 300 metros se observ3 una disminuci3n de la temperatura a una tasa relativamente constante con la profundidad hasta alcanzar temperaturas menores a 7°C hacia las m3ximas profundidades de muestreo **(Figuras 39, 40, 41, 43, 45, 47 y 49)**.

Por su parte, el patr3n de distribuci3n vertical de la salinidad estuvo caracterizado por: a) la presencia de leves variaciones zonales en el estrato superficial, a excepci3n de las transectas 4 y 10 situadas en los 36°40'S y los 39°10'S, respectivamente, las que presentaron una importante diluci3n costera y superficial asociada al aporte de aguas continentales del complejo Itata-B3ob3o y del r3o Imperial; b) una haloclina bien desarrollada a lo largo de todas las transectas, la que se sit3a m3s someramente (40-100 m) en las primeras 50-100 mn desde la costa y se debilita y profundiza (90-200 m) hacia el sector oce3nico; c) la presencia de un n3cleo salino subsuperficial (34,5-34,6 psu) situado verticalmente entre aproximadamente los 120 y 400 metros de profundidad caracterizando la presencia de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) en su flujo hacia el polo, y que disminuye su espesor e intensidad hacia el sur **(Figuras 39, 40, 41, 43, 45, 47 y 49)**.



El campo vertical de la densidad mostr3 un patr3n vertical similar a la temperatura, caracterizado por la presencia de aguas superficiales (< 100 m) con densidades menores a $25,5 \sigma_t$, con la virtual ausencia de gradientes zonales de densidad, salvo las transectas 4 y 10 donde el aporte de aguas continentales en los $36^{\circ}40'S$ y los $39^{\circ}10'S$ genera un fuerte gradiente de diluci3n costera. Se verific3 la presencia de una pincloclina bien desarrollada en todos los transectos, la que estuvo en general situada entre los 40 y los 120 metros de profundidad, exceptuando pincloclina m3s extensa y profunda (70-200 m) registrada en transectas 8 y 10. Bajo los 300 metros de profundidad se observ3 la presencia de densidades superiores a $26,8 \sigma_t$, sin la presencia de gradientes zonales de importancia (**Figuras 39, 40, 41, 43, 45, 47 y 49**).

Para la concentraci3n de ox3geno disuelto, los resultados revelan una situaci3n distinta al interior de la ZEE y las aguas internacionales. Al interior de las 200 mn de la costa, todos los transectos muestran un estrato superficial (0-50 m) bien oxigenado ($> 5 \text{ ml L}^{-1}$) y la presencia de oxiclinas moderadas especialmente al interior de las 100-150 mn desde la costa. En este sector, tambi3n se determin3 la presencia subsuperficial de aguas con bajo contenido de ox3geno disuelto ($>2 \text{ ml L}^{-1}$) evidenciando la existencia de las AESS en el estrato entre los 100 y 400 metros de profundidad, lo que fue particularmente v3lido para las transectas 1, 2 y 4 donde la m3nima de ox3geno se ubic3 desde 150 a 400 metros, extendi3ndose mar afuera hasta alcanzar las 120-200 mn en algunos casos (**Figuras 39, 40, 41, 43, 45, 47 y 49**).

Sector oce3nico e intermedio (Transectas 5, 7, 9 y 11 a 21)

En general, las transectas en este sector mostraron un patr3n de distribuci3n vertical muy similar entre ellas, especialmente al norte de los $38^{\circ}45'S$, donde el estrato superficial present3 aguas menos densa ($25,0-25,2 \sigma_t$), calidas ($>16^{\circ}C$) y una



termoclina bien definida entre 50 y 100 metros de profundidad, lo cual se modifica hacia el sur con temperaturas menores y de mayor densidad.

El análisis de las secciones de temperatura, salinidad, densidad y concentración de oxígeno disuelto en este sector reveló lo siguiente: a) la presencia de aguas superficiales (<100 m) frías y densas, quedando bien caracterizadas por las isotermas de 11 y 13°C y la isopicna de 25,4 y 25,6 σ_t , especialmente al sur de los 39°45'S, b) ausencia superficial de gradientes zonales de importancia para la salinidad, densidad y oxígeno, además de algunos gradientes puntuales de temperatura generados por aguas cálidas en la alta mar, c) la presencia de termoclinas y pycnoclinas débiles, presentes a lo largo de todos los transectos, situadas entre los 100 y 200 metros de profundidad, haciéndose más débiles y extensas hacia las transectas más australes del estudio; d) la virtual ausencia de estratificación vertical de salinidad y concentración de oxígeno disuelto, especialmente más allá de las 300 mn desde la costa revelando una columna de agua bien oxigenada en toda su extensión y e) la ausencia de mínimos de oxígeno y de máximos subsuperficiales de salinidad indicando la ausencia de las AESS (**Figuras 42, 46 y 48-58**).

Distribución vertical de clorofila-a

La **Figura 59** presenta la distribución vertical de la clorofila-a para cada una de las secciones realizadas en el área de estudio. El campo vertical de la clorofila reveló valores muy bajos, característicos del sector oceánico y el período invernal frente a Chile centro-sur, presentando el sector sobre la ZEE una distribución relativamente homogénea, sin gradientes zonales ni verticales de importancia, quedando bien caracterizado por las isolíneas de concentración de 0,05 y 0,2 mg m⁻³, con la excepción de núcleos superficiales y subsuperficiales con valores comparativamente



mayores ($>0,2 \text{ mg m}^{-3}$), que se verificaron en las transectas 5 y 7 en las primeras 200 mn, evidenciando concentraciones relativamente m1s altas en este sector.

Transectas longitudinales

Las fluctuaciones verticales en las variables medidas tambi3n fueron analizadas a trav3s de transectas paralelas a la l3nea de costa, utilizando estaciones representativas del sector costero a 200 mn ($\sim 79^\circ\text{W}$), estaciones situadas a 450 mn ($\sim 84^\circ\text{W}$) y a 600 mn ($\sim 88^\circ\text{W}$) desde la costa

Transecta longitudinal costera (200 mn)

La distribuci3n meridional de la temperatura, salinidad, densidad y concentraci3n de ox3geno disuelto, para esta transecta longitudinal se presentan en la **Figura 60**, a partir de la informaci3n de 18 estaciones. En esta transecta, el estrato superficial ($<100 \text{ m}$) muestra gradientes meridionales por la presencia de aguas con temperaturas mayores a 14°C al norte de los $36^\circ 40'\text{S}$, lentes de aguas m1s c1lidas ($>15\text{-}16^\circ\text{C}$) entre los 37° y $39^\circ 30'\text{S}$, y aguas m1s fr3as ($<12^\circ\text{C}$) hacia el extremo sur, con una termoclina moderada que se profundiza levemente hacia el sur. Por su parte, la salinidad no mostr3 mayores diferencias meridionales en el estrato, quedando caracterizada por las isohalina de 33,9 y 34,0 psu, evidenciando un m1ximo salino subsuperficial al norte $38^\circ 30'\text{S}$ caracter3stico de la presencia de aguas AESS. Destaca una haloclina identificable a lo largo de todo el transecto, situada entre los 130 y 220 metros de profundidad. De igual manera a lo rese1ado para la temperatura, la densidad del agua de mar mostr3 variaciones meridionales en el estrato superficial, con densidades menores al norte que incrementan hacia el sur, axial como una marcada estratificaci3n vertical, con una pincoclina bien definida presente a lo largo de todo el transecto, situada entre los 80 y os 180 metros de profundidad.



Por su parte, la distribuci3n latitudinal de la concentraci3n de ox3geno disuelto revel3 un estrato superficial (<100 m) bien oxigenado, con valores mayores a 5 ml L⁻¹ a lo largo de todo el transecto, y una con una oxiclina definida entre los 100 y los 180 metros de profundidad. Bajas concentraciones de ox3geno disuelto se detectaron subsuperficialmente (m3ximo salino) al norte de los 38°30'S denotando la presencia de las AESS en dicho sector.

Transecta longitudinal a 450 mn

El estrato superficial de la transecta de 200 mn estuvo caracterizado por una variaci3n meridional cercana a los 5°C, evidenciando la presencia de aguas levemente m3s c3lidas (>16 °C) en el extremo norte del 3rea prospectada, el dominio de la isoterma de 12°C entre los 41° y 44°S, y aguas m3s fr3as hacia el extremo sur del 3rea prospectada (**Figura 61**). Destaca una importante capa superficial isotermal (cercana a los 100 metros de profundidad) en la mayor parte del transecto, y una termoclina situada entre los 80 y los 130 metros, y un descenso constante de la temperatura bajo los 200 m, desde aproximadamente los 8 °C hasta valores menores a 6 °C bajo los 400 m. Por su parte, la salinidad present3 la virtual ausencia de gradientes meridionales en el estrato superficial (0-100 m), quedando bien caracterizado por la isohalina de 34 psu (**Figura 61**), sin registrar estratificaci3n vertical que defina una haloclina en este sector. Situaci3n que difiere respecto a la densidad del agua, donde una notoria picnoclina se observa entre los 80 a 130 m de profundidad, con aguas superficiales menos densas al norte y mayores al sur, de manera inversa a la distribuci3n de temperatura.

En general, la distribuci3n latitudinal de la concentraci3n de ox3geno disuelto mostr3 una columna de agua bien oxigenada, caracterizada por concentraciones de 5 y 6 ml L⁻¹, sin registrar gradientes meridionales y verticales en el 3rea de estudio (**Figura 61**).



Transecta longitudinal a 600 mn

El estrato superficial de la transecta de 600 mn estuvo caracterizado por la presencia superficial (<50 m) de aguas frías (~11°C), al norte de los 40° 30'S, un lente de aguas cálidas (>16°C) cercano al los 41°S y aguas centradas el 14°C hacia el sur, evidenciando variaciones meridionales en este sector (**Figura 62**). Destaca una importante capa superficial isotermal (cercana a los 100 metros de profundidad) en la mayor parte del transecto, una termoclina situada entre los 70 y los 180 metros, y temperaturas bajo los 6°C hacia estratos más profundos (>400 metros). Por su parte, la salinidad presentó la virtual ausencia de gradientes meridionales en el estrato superficial (0-100 m), quedando bien caracterizado por la isohalina de 34 psu en gran parte del transecto (**Figura 62**). En este sector no se observa una haloclina definida, sino una leve estratificación vertical de la salinidad entre los 150 a 280 metros, con salinidades superiores a 34,2 psu bajo los 300 metros, sin registrar un máximo salino asociado a AESS.

Para el caso de la densidad, los resultados revelaron una picnoclina a lo largo de todo el transecto situada aproximadamente entre los 70 y los 150 metros de profundidad (**Figura 62**), con una distribución superficial similar pero inversa a la descrita para la temperatura, con aguas relativamente más densas hacia el sur. Por último, este transecto longitudinal reveló para el oxígeno disuelto una distribución vertical homogénea a lo largo de toda la sección, sin la presencia de gradientes zonales ni verticales de importancia, estableciendo una columna de agua bien oxigenada caracterizada por las isolíneas de 5 y 6 ml L⁻¹ (**Figura 62**).



Variación meridional de la clorofila-a

La variación meridional de la clorofila-a en los primeros 100 metros de la columna de agua, para las transectas asociadas al sector más costero (200 mn), intermedio (450 mn) y oceánico (600 mn) se presentan en la **Figura 63**. Como se estableció anteriormente para esta variable, la biomasa fitoplanctónica en este crucero presentó valores muy bajos, concordantes con el período invernal y la región oceánica evaluada por el crucero (la mayor parte por fuera de la ZEE de Chile centro-sur). La distribución longitudinal del sector costero, evaluado sólo entre los 34°10' y los 40°S, reveló las mayores concentraciones ($>0,4 \text{ mg m}^{-3}$) en un núcleo superficial al norte de los 36°S y en general valores menores de 0,2 y 0,15 mg m^{-3} hacia el sur del área prospectada. En el transecto de 450 mn desde la costa, se apreció concentraciones bajas asociada a una distribución homogénea caracterizada por la isolinea de concentración 0,15 mg m^{-3} al norte de los 42°S que interrumpe un núcleo de mayor concentración ($>0,25 \text{ mg m}^{-3}$) situado al sur. En la sección de 600 mn, variaciones meridionales fueron escasas reconociendo un estrato superficial (<60 metros) bastante homogéneo caracterizado por isolineas de 0,25 mg m^{-3} .

7.4.8.4 Perfiles verticales individuales

La distribución vertical de las variables medidas, a la forma de perfiles verticales de temperatura, salinidad, densidad, concentración de oxígeno disuelto y concentración de clorofila-a para el área de estudio, se presentan por sectores en las **Figura 64**.

Temperatura

El análisis de los perfiles verticales de temperatura reveló presencia de aguas superficiales frías, lo que particularmente es válido hacia el sector sur-oceánico del área prospectada. El sector costero asociado a la región NE del área de estudio,



evidenci3 una capa isotermal levemente menor al resto del 1rea de estudio, que alcanz3 los 70 metros de profundidad en la mayor1a de los casos, y una termoclina situada entre los 75 y 110 metros de profundidad. En tanto, la regi3n de transici3n oce1nica verific3 perfiles con temperaturas superficiales asociadas a dos grupos distintos (10-13°C y 15-18°C), una capa isotermal cercana a 80 metros de profundidad y termoclina entre los 80 y 150 metros en la mayor1a de los casos. Por 1ltimo, el sector oce1nico mostr3 un mayor rango t3rmico superficial (9 y 18°C), capa isotermal levemente mayor al resto (~90 metros) y una termoclina m1s d3bil y extensa situada entre los 90 y los 170 metros de profundidad. Los gradientes verticales m1ximos de temperatura fueron claramente mayores en el sector costero norte (promedio= $0,21 \pm 0,20 \text{ }^\circ\text{C } 10 \text{ m}^{-1}$, N= 60) comparadas con lo reportado para la regi3n oce1nica intermedia (promedio= $0,05 \pm 0,09 \text{ }^\circ\text{C } 10 \text{ m}^{-1}$, N= 82) y regi3n oce1nica (promedio= $0,03 \pm 0,04 \text{ }^\circ\text{C } 10 \text{ m}^{-1}$, N= 93). En general, todos los perfiles mostraron un decremento t3rmico a una tasa relativamente constante con la profundidad bajo los 200 metros y hasta la m1xima profundidad de muestreo (*i e.*, 600 m), donde se alcanz3 valores m1nimos centrados en los 6 °C (**Figura 64**).

Salinidad

La salinidad mostr3 diferencias importantes en su campo vertical, dentro y fuera de la ZEE en el 1rea estudiada. Para la zona costero norte se registr3 salinidades superficiales fluctuando entre los 32,25 y los 34,25 psu, presencia de haloclinas extensas que generalmente alcanzaron los 200 metros de profundidad y menores (120 m) en las estaciones m1s costeras, evidenciando m1ximos gradientes salinos que fluctuaron entre 0,01 y 1,38 psu 10 m^{-1} (promedio= $0,21 \pm 0,26 \text{ psu } 10 \text{ m}^{-1}$, N= 60) (**Figura 64**). El m1ximo salino estuvo situado entre los 100 y los 400 metros de profundidad, vinculado con la presencia de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales en su flujo hacia el polo. La zona oce1nica intermedia, por su parte, revel3 perfiles con



menor variación entre estaciones, una muy débil y extensa haloclina situada entre los 120 y 250 metros de profundidad, así como máximos gradientes salinos menores comparados con la región costera (promedio= $0,06 \pm 0,05$ psu 10 m^{-1} , N=82). Por último, la región oceánica presentó un campo vertical de salinidad similar a la región anterior, no obstante la virtual ausencia de haloclinas identificables y máximos gradientes salinos muy similares (promedio= $0,09 \pm 0,086$ psu 10 m^{-1} ; N=93).

Densidad

Los perfiles verticales de densidad del agua de mar en el área de estudio revelaron una capa de mezcla más somera en las estaciones del sector costero norte, que varió entre 30 y 50 metros de profundidad, una pinoquina entre los 50 y 125 metros, y un incremento a una tasa relativamente constante con la profundidad. Por fuera de la ZEE, la capa de mezcla se profundizó hasta alcanzar >70-80 metros de profundidad en el sector oceánico intermedio, con una muy leve pinoquina entre los 75 y 150 metros de profundidad, lo cual es similar al sector oceánico, donde la capa de mezcla y su pinoquina alcanza los 90 y 180 metros de profundidad (**Figuras 64**). Los gradientes verticales máximos de densidad fueron mayores en la región costera norte del área de estudio (promedio= $0,28 \pm 0,17$ σ_t 10 m^{-1} , N=60) comparadas con el sector intermedio oceánico (promedio= $0,22 \pm 0,12$ σ_t 10 m^{-1}), y el sector oceánico (promedio= $0,20 \pm 0,11$ σ_t 10 m^{-1}).

Oxígeno disuelto

La concentración de oxígeno disuelto (**Figura 65**) presentó diferencias verticales significativas para los tres sectores evaluados (costero norte, oceánico intermedio, oceánico). El sector norte-costero presentó un patrón de distribución vertical caracterizado por un estrato superficial (<50 m) bien oxigenado, con concentraciones de oxígeno disuelto entre 4 y 8 ml L^{-1} , y una oxiclina identificable entre los 30-60 y los



150 metros de profundidad en las estaciones m3s cercanas a la costa, y m3s extensas y profundas para las estaciones m3s oce3nicas del sector. En este sector se evidencia con claridad la presencia de aguas pobres en ox3geno ($< 2 \text{ ml L}^{-1}$) revelando la presencia de AESS en este sector. Un progresivo incremento de la concentraci3n de ox3geno disuelto a partir de los 400 m y hasta la m3xima profundidad de muestreo, verifica la presencia incipiente de las Aguas Intermedias Ant3rticas (AIA). A diferencia de lo anterior, el sector de muestreo situado en aguas internacionales (200 a 600 n) evidenci3 un patr3n de distribuci3n vertical distinto, caracterizado por la ausencia de estratificaci3n vertical en la gran mayor3a de los perfiles, lo que es similar a lo reportado en el sector oce3nico con columna de agua bien oxigenada, y predominio de concentraciones superiores a 4 ml L^{-1} en la mayor3a de los casos.

Clorofila

La distribuci3n vertical de la biomasa fitoplanct3nica, estimada como clorofila-a, establecida en los primeros 100 m de la columna de agua mostr3 valores bajos, en todos los sectores estudiados (**Figura 65**). Concentraciones comparativamente mayores fueron detectadas en el sector costero norte del 3rea de estudio donde se registraron concentraciones de hasta $0,55 \text{ mg m}^{-3}$, quedando mayormente asociadas a los $0,2-0,4 \text{ mg m}^{-3}$. Los valores de biomasa fitoplanct3nica reportados en este informe son consistentes con el per3odo oto3o y la variabilidad oce3nica presente en el 3rea de estudio.

Para los otros sectores evaluados, se registraron concentraciones menores y similares centradas en $0,1 \text{ mg m}^{-3}$ para el sector oce3nico intermedio y a $0,2 \text{ mg m}^{-3}$ en el sector oce3nico, si registrar n3cleos superficiales o subsuperficial.



7.4.8.5 Profundidad capa mezcla, base de la termoclina, espesor de la termoclina y temperatura base de la termoclina

Las estructuras oceanogr3ficas verticales, esto es, la profundidad de la capa de mezcla (PCM), la profundidad base de la termoclina (PBT), el espesor de la termoclina (ET) y la profundidad de la m3nima de ox3geno (PMO) se presentan en la **Figura 66**.

La distribuci3n horizontal de la PCM mostr3 un gradiente zonal positivo hacia el sector oce3nico, con valores inferiores a los 30 m de profundidad al interior de las 50 mn desde la costa (entre los 34 y los 40°S) y valores superiores a los 70-90 m de profundidad por fuera de la ZEE entre los 80 y 88°W (**Figura 66a**). En tanto, la PBT revel3, al igual que lo reportado para la PCM, un gradiente zonal importante con PBT mas someras en el sector costero (<50 mn), inferiores los 50 metros de profundidad. En cambio, el sector oce3nico los valores de PBT alcanzan los 70 y 120 metros de profundidad, en la regi3n que va desde las 200 a 500 mn entre los 78 y 84° W (**Figura 66b**). Por el contrario, el ET no evidencio diferencias zonales y meridionales importantes en el 3rea prospectada, quedando bien caracterizado por isolineas de 20 y 40 metros de profundidad (**Figura 66c**)

7.4.8.6 Diagrama TS

La identificaci3n de las masas de aguas se realiz3 a trav3s del an3lisis e interpretaci3n de diagramas TS (**Figura 67**). Durante este estudio y de manera similar a lo presentado en informes anteriores, se detect3 la presencia de tres masas de agua en el 3rea prospectada, estas son: las Aguas Subant3rticas (ASAA), Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) especialmente en el sector costero, y Aguas Intermedias Ant3rticas (AIAA).



El an3lisis detallado de cada una de las regiones geogr3ficas analizadas revel3 que, no obstante las diferencias meridionales y zonales detectadas en la zona de estudio, la distribuci3n de salinidad tambi3n muestra una asociaci3n con el Agua Subtropical (AST), especialmente en las salinidades superficiales mayores a 34,0 psu. En el sector costero norte, la salinidad fue menor y registro mayor variabilidad, dado la probable mezcla con aguas menos salinas provenientes de aportes continentales. Asimismo, m3nimos salinos asociados aguas de densidad $\sim 25 \sigma_t$ presentes en la regi3n oce3nica intermedia, es posible que tengan su origen en la influencia de aguas menos salinas provenientes de altas latitudes, llamadas Aguas Intermedias del Pacifico Sur-Este (AIPSE) cuyo nacimiento es la Convergencia Subtropical.

Por otra parte, en las estaciones costeras el m3ximo salino asociado a agua de densidad de 26,3, y 26,4 σ_t caracteriza la presencia de Aguas Ecuatoriales sub superficiales (AESS) en este sector. Bajo este m3ximo salino, en todas las estaciones se observo un m3nimo de salinidad asociado a Agua Intermedias Ant3rticas (AIAA),

En este estudio los resultados son consistentes con los descritos anteriormente para cruceros de igual naturaleza y efectuados especialmente al interior de la ZEE de Chile centro-sur (Figueroa *et al.*, 1995; N3ñez & Ortiz, 1999; N3ñez *et al.*, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007). Los resultados asociados al sector norte-costero se enmarcan con lo reseñado en estudios hidrogr3ficos y din3micos realizados en la regi3n Centro-Sur de Chile (Brandhorst, 1971; Silva & Konow, 1975; Robles, 1976; Silva & Sievers, 1981; Silva, 1982; Rojas & Silva, 1996; Strub *et al.*, 1998).



7.4.9 Relaciones ambiente recurso

En atención a establecer relaciones entre la distribución espacial de la densidad de jurel y las variables ambientales características del hábitat, para identificar patrones que permitiesen detectar respuestas de los cardúmenes de peces ante variaciones en las condiciones ambientales del hábitat. Las relaciones entre el recurso y su ambiente se exploraron a través de las siguientes aproximaciones metodológicas:

- a) la identificación de rangos ambientales físicos (temperatura, salinidad, concentración de oxígeno disuelto) y del zooplancton (grupos mayores y biomasa zooplanctónica total) en que se encontró jurel (estaciones positivas).
- b) análisis espacial (cartas de distribución horizontal) de la biomasa acústica de jurel y variables ambientales caracterizadoras del hábitat (temperatura, salinidad, concentración de oxígeno disuelto, corrientes geostróficas, profundidad de la capa de mezcla y profundidad base de la termoclina).
- c) correlaciones entre la biomasa acústica de jurel, su distribución vertical promedio respecto de variables ambientales físicas (temperatura, salinidad, concentración de oxígeno disuelto), estructuras oceanográficas verticales (PCM, PBT, ET) y componentes del zooplancton (grupos zooplanctónicos y biomasa zooplanctónica total).
- d) análisis de umbrales ambientales respecto de la distribución del recurso en el área de estudio (sistema información georreferenciada).
- e) Señal latitudinal y su relación con variables oceanográficas
- f) modelos generales aditivos (GAM) entre la densidad de jurel en el espacio (horizontal y vertical) y variables ambientales
- g) Rangos ambientales de preferencia (o rechazo) de jurel respecto de su ambiente.



Las variables ambientales seleccionadas para este prop3sito fueron temperatura, salinidad, densidad y concentraci3n de ox3geno disuelto, evaluadas a la profundidad promedio donde se detect3 card6menes de jurel en el 3rea de estudio.

7.4.9.1 Rangos ambientales y distribuci3n espacial de jurel

La matriz oceanogr3fica-pesquera para el an3lisis de rangos ambientales no incluy3 la regi3n costera (1-200 mn) entre los 34° y 40°S, en atenci3n a que en este sector no se detect3 la presencia del recurso (**Figura 5**).

Los rangos ambientales en los cuales se distribuy3 el recurso jurel en el 3rea y per3odo de estudio, incluyendo variables f3sicas, estructuras oceanogr3ficas verticales y variables biol3gicas (zooplancton), se presentan en la **Tabla 33**

Tabla 33

Rangos ambientales en 3reas con presencia de recurso determinada a la profundidad promedio de los card6menes.

Variables	Rangos ambientales
Temperatura a la prof. media del cardumen (°C)	7,81 – 17,01 (10,9 ± 2,05; n= 182)
Salinidad a la prof. media del cardumen (psu)	33,92 - 34,28 (34,02 ± 0,08; n= 182)
Ox3geno a la prof. media del cardumen (ml L ⁻¹)	5,11 – 6,40 (5,9 ± 0,31; n= 182)
Profundidad media del cardumen (m)	0 – 225 (116,5 ± 47,3; n= 182)
Biomasa de zooplancton (biovolumen)	522,8 – 7909,5 (3106,6 ± 1933,6; n= 186)
Larvas de Euf3usidos	0,06 – 808,0 (162,1 ± 167,3; n= 186)

El jurel habit3 en la mayor3a de los casos en aguas someras menores a 100 metros de profundidad (~86%), caracterizadas por, temperaturas fr3as (~70%), salinidades comparativamente bajas (34,0 psu, 83%) y claramente oxigenadas (>5 ml L⁻¹, ~98%)



que caracterizaron el sector oceánico por fuera de la ZEE frente a la zona centro-sur del país (**Tabla 5 y Figura 68**).

EL análisis de la distribución espacial de jurel y las variables físicas, determinadas a partir de la profundidad media de las agregaciones de jurel (116 m), indican que la mayor parte de la biomasa de jurel estimada durante el crucero, estuvo asociado a condiciones ambientales muy homogéneas, sin la presencia de gradientes zonales ni meridionales de importancia, con excepción de leves gradientes térmicos, donde el hábitat de jurel se caracterizó por aguas frías, de baja salinidad y muy oxigenadas, es decir distribución espacial de isotermas de 10-12°C, isohalinas de 34,0-34,1 psu, y isolínea de concentración de 6 ml L⁻¹. Del mismo modo, las agregaciones de jurel estuvieron asociadas a profundidad de la capa de mezcla, y base de la termoclina entre 40-100m y 70-120m, sin un patrón o gradiente espacial claro, en tanto los cardúmenes de jurel estuvieron mayormente asociados a la banda lateral de anillos anticiclónicos de bajas velocidades (**Figuras 69**).

Por otra parte, la relación entre la densidad de jurel y la profundidad media del cardumen (PMC), profundidad de la capa de mezcla (PCM), profundidad base de la termoclina (PBT) y espesor de la termoclina (ET) se presenta en la **Tabla 34** Los resultados de este análisis exploratorio revelaron que la profundidad media a la que se encontraban los cardúmenes de jurel evidenció una correlación importante y significativa ($p < 0,05$) con la PCM ($r = 0,405$, $p = 0,000$) y la PBT ($r = 0,562$, $p = 0,000$), estructuras verticales que mostraron también una correlación significativa ($p < 0,05$) especialmente con la distancia de la costa (longitud) denotando una marcada variación zonal que indica la profundización hacia el sector oceánico.

**Tabla 34**

Coefficientes de correlaci3n entre profundidad media del jurel (PMC), profundidad de la capa de mezcla (PCM), de la termoclina (PBT) y espesor de la termoclina (ET) fuera de la ZEE.

	LONGITUD	LATITUD	PMC	PCM	PBT	ET
LONGITUD	1,0000	-0,0423	0,1689	0,4528	0,6941	0,1783
	p= ---	p=,564	p=,020	p=,000	p=,000	p=,014
LATITUD	-0,0423	1,0000	-0,1582	0,1263	-0,1727	-0,41
	p=,564	p= ---	P=,030	p=,083	p=,017	p=,000
PMC	0,1689	-0,1582	1,0000	0,4051	0,5621	0,0857
	p=,020	p=,030	P= ---	p=,000	p=,000	p=,241
PCM	0,4528	0,1263	0,4051	1,0000	0,7595	-0,5771
	p=,000	p=,083	p=,000	P= ---	p=0,00	p=,000
PBT	0,6941	-0,1727	0,5621	0,7595	1,0000	0,093
	p=,000	p=,017	p=,000	p=,00	P= ---	p=,203
ET	0,1783	-0,41	0,0857	-0,5771	0,093	1,0000
	p=,014	p=,000	p=,241	p=,000	p=,203	p= ---

El an3lisis de correlaci3n m3ltiple (Zar, 1984), orientado a verificar relaciones existentes entre la densidad de jurel (ton mn^{-2}) y el ambiente, considero la temperatura, salinidad, densidad y concentraci3n de ox3geno disuelto, adem3s de las estructuras verticales PCM, PBT y ET, excluyendo la m3nima de ox3geno caracter3stico del sector costero dado la presencia de jurel sobre las 200 mn. Los resultados revelaron la ausencia de correlaci3n positiva y significativa ($p < 0,05$) entre la densidad de jurel y las variables ambientales medidas a la profundidad media en la que se detectaron los card3menes, as3 como con las estructuras verticales consideradas. S3lo fueron detectadas correlaciones altas y significativas entre la PCM y la PBT ($r = 0,76$, $p = 0,00$) (**Tabla 35**).



Tabla 35

Coefficientes de correlación y nivel del significancia entre densidad de jurel (ton mn⁻²), variables y estructuras oceanográficas verticales fuera de la ZEE.

	DJUR	TEM	SAL	DEN	OXI	PCM	PBT	ET
DJUR	1,0000	-0,0176	-0,0509	-0,0583	-0,0488	-0,0909	-0,1141	-0,0041
	p= ---	p=,810	p=,486	p=,425	p=,505	p=,213	p=,118	p=,956
TEM	-0,0176	1,0000	0,9929	0,9894	0,9934	-0,2728	-0,3654	-0,0412
	p=,810	p= ---	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=,000	p=,000	p=,574
SAL	-0,0509	0,9929	1,0000	0,9996	0,9996	-0,2273	-0,2892	-0,0151
	p=,486	p=0,00	p= ---	p=0,00	p=0,00	p=,002	p=,000	p=,836
DEN	-0,0583	0,9894	0,9996	1,0000	0,9992	-0,2155	-0,27	-0,0091
	p=,425	p=0,00	p=0,00	p= ---	p=0,00	p=,003	p=,000	p=,901
OXI	-0,0488	0,9934	0,9996	0,9992	1,0000	-0,2274	-0,29	-0,0161
	p=,505	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p= ---	p=,002	p=,000	p=,826
PCM	-0,0909	-0,2728	-0,2273	-0,2155	-0,2274	1,0000	0,7595	-0,5771
	p=,213	p=,000	p=,002	p=,003	p=,002	p= ---	p=0,00	p=,000
PBT	-0,1141	-0,3654	-0,2892	-0,27	-0,29	0,7595	1,0000	0,093
	p=,118	p=,000	p=,000	p=,000	p=,000	p=0,00	p= ---	p=,203
ET	-0,0041	-0,0412	-0,0151	-0,0091	-0,0161	-0,5771	0,093	1,0000
	p=,956	p=,574	p=,836	p=,901	p=,826	p=,000	p=,203	p= ---

DJUR = densidad de jurel, TEM = temperatura (°C), SAL = salinidad (psu), DEN = densidad (σ_t) y OXI = oxígeno disuelto (ml L^{-1}) medido a la profundidad media de los cardúmenes. EUF = densidad de eufáusidos, LEUF = densidad de larvas de eufáusidos, PCM = profundidad de la capa de mezcla, PBT = profundidad base de la termoclina y ET =s espesor de la termoclina

Esta falta de correlación significativa entre la densidad de jurel y las variables ambientales ensayadas, puede ser explicada por: la gran extensión de área prospectada y distribución más bien homogénea de las variables físicas en el sector oceánico, a la profundidad media de los cardúmenes de jurel, la que no incluyó el gradiente costero por ausencia del recurso en este sector. Aspecto que es corroborado por los resultados de los rangos de profundidad y variables oceanográficas que evidencia: a) una distribución de jurel en aguas muy oceánicas oxigenadas, b) salinidades muy homogéneas bien representadas por las isohalinas de 33,9 y 34,0 psu, y c) aguas entre 11 y 15 °C que establecieron gran parte de la variación térmica en los primeros 100 metros de profundidad donde se



distribuyó cerca del 80% de la biomasa del jurel, incorporando información sobre y bajo la capa de mezcla

La densidad de jurel también se correlacionó con los grupos zooplanctónicos dominantes en número en las muestras planctónicas, con especial énfasis en el orden Euphausiacea (ejemplares adultos y juveniles- estados larvales), obteniendo al igual que las variables oceanográficas falta de asociación significativa entre las variables, destacando muy bajos coeficientes de correlación con los eufáusidos ($r=0,02$, $p=0,779$) (**Tabla 36**), lo cual puede estar asociado a una fuerte disminución en la abundancia de este grupo zooplanctónico en los últimos años, y que el 2009 alcanzó el nivel más bajo en la serie histórica (1997-2008), si se considera que este grupo es el ítem presa más importante de jurel en el sector centro-sur de Chile (Arancibia *et al.* 1995 y Miranda *et al.* 1998),

Tabla 36

Coeficientes de correlación y nivel de significancia entre densidad de jurel y grupos zooplanctónicos numéricamente dominantes fuera de la ZEE.

	DJUR	EUFA	LEUF	COPE	QUET	OSTR	APEN	OTROS	BZOO
DJUR	1,0000 p= ---	0,0206 p=,779	0,0902 p=,217	0,0673 p=,358	0,2269 p=,002	-0,017 p=,816	-0,058 p=,428	0,0804 p=,272	0,0804 p=,272
EUFA	0,0206 p=,779	1,0000 P= ---	0,1423 p=,051	0,7712 p=0,00	0,6624 p=,000	0,2291 p=,002	0,2641 p=,000	0,8037 p=0,00	0,8037 p=0,0
LEUF	0,0902 p=,217	0,1423 p=,051	1,0000 p= ---	0,0357 p=,625	0,2874 p=,000	-0,084 p=,251	-0,1243 p=,088	0,0677 p=,355	0,0677 p=,355
COPE	0,0673 p=,358	0,7712 p=0,00	0,0357 p=,625	1,0000 p= ---	0,7714 p=0,00	0,4527 p=,000	0,6026 p=,000	0,804 p=0,00	0,804 p=0,00
QUET	0,2269 p=,002	0,6624 p=,000	0,2874 p=,000	0,7714 p=0,00	1,0000 p= ---	0,4671 p=,000	0,1086 p=,137	0,6234 p=,000	0,6234 p=,000
OSTR	-0,017 p=,816	0,2291 p=,002	-0,084 p=,251	0,4527 p=,000	0,4671 p=,000	1,0000 p= ---	0,0676 p=,355	0,1583 p=,030	0,1583 P=,030
APEN	-0,058 p=,428	0,2641 p=,000	-0,1243 p=,088	0,6026 p=,000	0,1086 p=,137	0,0676 p=,355	1,0000 p= ---	0,4649 p=,000	0,4649 p=,000
OTROS	0,0804 p=,272	0,8037 p=0,00	0,0677 p=,355	0,804 p=0,00	0,6234 p=,000	0,1583 p=,030	0,4649 p=,000	1,0000 p= ---	1 p= ---
BZOO	0,0804 p=,272	0,8037 p=0,00	0,0677 p=,355	0,804 p=0,00	0,6234 p=,000	0,1583 p=,030	0,4649 p=,000	1 p= ---	1,0000 p= ---

DJUR= densidad de jurel, EUFA= eufáusidos, LEUF= larvas de eufáusidos, COPE= copépodos, QUET= quetognatos, OSTR= ostrácodos, APEN= apendicularias, OTROS= otros grupos mayores, BZOO= biomasa zooplanctónica total (biovolúmen).



Correlaciones entre los grupos zooplanct3nicos y variables ambientales caracterfsticas del h3bitat de pesca de jurel (**Tabla 37**), mostr3 correlaciones bajas y no significativas ($p > 0,05$) entre la densidad de euf3sidos y las variables ffsicas, situaci3n tambi3n v3lida para los estados larvales de este grupo considerado como item presa principal de jurel. A diferencia de lo anterior, la biomasa zooplanct3nica estimada como volumen desplazado, revel3 bajos coeficientes de correlaci3n ($r < 0,2$) pero significativos ($p < 0,05$) con las variables ffsicas, y correlaciones altas ($r > 0,5$) y significativas con la densidad de euf3sidos, cop3podos y otros grupos mayores.

Tabla 37

Coeficientes de correlaci3n y nivel de significancia entre la densidad de los grupos zooplanct3nicos num3ricamente dominantes y variables ambientales fuera de la ZEE.

	COPE	QUET	OSTR	APEN	LEUF	EUFA	OTROS	BZOO	TEMP	SALI	DENS	OXIG
COPE	1,0000	0,7096	0,4617	0,5474	0,6265	0,0504	0,6496	0,5126	0,111	0,1017	0,0981	0,0155
	p=---	p=0,00	p=,000	p=,000	p=,000	p=,480	p=,000	p=,000	p=,118	p=,153	p=,168	p=,827
QUET	0,7096	1,0000	0,4366	0,1896	0,5632	0,1299	0,5145	0,3043	0,0326	0,0344	0,0366	-0,049
	p=0,00	p=---	p=,000	p=,007	p=,000	p=,068	p=,000	p=,000	p=,647	p=,630	P=,608	p=,492
OSTR	0,4617	0,4366	1,0000	0,0321	0,535	0,0253	0,4883	0,2356	0,1246	0,1196	0,1182	0,1082
	p=,000	p=,000	p=---	p=,652	p=,000	p=,722	p=,000	p=,001	p=,080	p=,092	p=,096	p=,128
APEN	0,5474	0,1896	p=0,0321	1,0000	0,1693	0,2013	0,4284	0,4742	0,3259	0,3238	0,3227	0,2233
	p=,000	p=,007	p=,652	p=---	p=,017	p=,004	p=,000	p=,000	p=,000	p=,000	p=,000	p=,002
LEUF	0,6265	0,5632	0,535	0,1693	1,0000	0,001	0,5915	0,2598	0,0605	0,0421	0,0365	0,0915
	p=,000	p=,000	p=,000	p=,017	p=---	p=,988	p=,000	p=,000	p=,396	p=,555	p=,609	p=,199
EUFA	0,0504	0,1299	0,0253	0,2013	0,001	1,0000	0,4031	0,6204	0,0867	0,0848	0,0862	0,0313
	p=,480	p=,068	p=,722	p=,004	p=,988	p=---	p=,000	p=,000	p=,223	p=,234	p=,226	p=,661
OTROS	0,6496	0,5145	0,4883	0,4284	0,5915	0,4031	1,0000	0,6591	0,0738	0,0763	0,078	p=0,0258
	p=,000	p=,000	p=,000	p=,000	p=,000	p=,000	p=---	p=,000	p=,300	p=,284	p=,274	p=,717
BZOO	0,5126	0,3043	0,2356	0,4742	0,2598	0,6204	0,6591	1,0000	0,1596	0,1588	0,1589	0,0529
	p=,000	p=,000	p=,001	p=,000	p=,000	p=,000	p=,000	p=---	p=,024	p=,025	p=,025	p=,458
TEMP	0,111	0,0326	0,1246	0,3259	0,0605	0,0867	0,0738	0,1596	1,0000	0,9931	0,9887	0,7012
	p=,118	p=,647	p=,080	p=,000	P=,396	p=,223	p=,300	p=,024	p=---	p=0,00	p=0,00	p=0,00
SALI	0,1017	0,0344	0,1196	0,3238	0,0421	0,0848	0,0763	0,1588	0,9931	1,0000	0,9994	0,7218
	p=,153	p=,630	p=,092	p=,000	p=,555	p=,234	p=,284	p=,025	p=0,00	p=---	p=0,00	p=0,00
DENS	0,0981	0,0366	0,1182	0,3227	0,0365	0,0862	0,078	0,1589	0,9887	0,9994	1,0000	0,7254
	p=,168	p=,608	p=,096	p=,000	p=,609	p=,226	p=,274	p=,025	p=0,00	p=0,00	p=---	p=0,00
OXIG	0,0155	-0,049	0,1082	0,2233	0,0915	0,0313	0,0258	0,0529	0,7012	0,7218	0,7254	1,0000
	p=,827	p=,492	p=,128	p=,002	p=,199	p=,661	p=,717	p=,458	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=---

COPE= cop3podos, QUET= quetognatos, OSTR= ostr3codos, APEN= apendicularias, LEUF= larvas de euf3sidos, EUFA= euf3sidos, OTROS= otros grupos mayores, BZOO= biomasa zooplanct3nica estimada como biov3lumen, TEM= temperatura a 5 m de profundidad, SAL= salinidad a 5 m de profundidad, DEN= densidad a 5 m de profundidad, OXI= oxigeno disuelto a 5 m de profundidad



7.4.9.2 Umbrales ambientales

El mayor volumen de biomasa de jurel estuvo asociada a un estrecho rango de temperatura superficial del mar ($12,5 \pm 0,31$ °C), a un umbral salino centrado en $33,95 \pm 0,01$ psu, con un máximo secundario sobre los 34 psu, así como a un estrecho rango densidad del agua de mar, con media $25,69 \pm 0,05$ (**Figura 70**). Asimismo, la concentración de oxígeno disuelto, registró dos máximos marcados, uno en $5,7$ ml L⁻¹ y el principal centrado en los $6,26 \pm 0,06$, confirmando ambos una distribución de jurel restringida al ambiente oceánico y alejada de valores mínimos de oxígeno presentes en la zona costera. Finalmente, para la variable de posición “profundidad media del cardumen”, se observó un buen ajuste con la función gaussiana con solo un máximo centrado en los $71,31 \pm 11,57$ metros, evidenciando una gran capacidad de desplazamiento vertical del jurel, ubicándose por sobre y por debajo de la termoclina (**Figura 70**).

Por su parte, gran porcentaje de la densidad de eufáusidos y sus larvas estuvo asociado a aguas frías ($10,7 \pm 1,59$ °C), un umbral salino centrado en los $33,95 \pm 0,02$ psu y un máximo vinculado a los $6,1 \pm 0,29$ ml L⁻¹ de oxígeno disuelto. Estas condiciones de hábitat (aguas frías, y oxigenadas) fueron también válidas para las larvas de eufáusidos (**Figuras 71**)

Estas condiciones se ratifican con los resultados del análisis cartográfico mediante Sistema de Información Georreferencia (SIG), que establece para el plano de 50 m donde se concentro principalmente la mayor proporción de las agregaciones de jurel, umbrales ambientales de temperatura $11-12,9$ °C, salinidad $33,9-34,19$ psu, oxígeno disuelto $6-7$ ml L⁻¹, densidad del agua de mar $25-25,8$ σ_t y eufáusidos $100-900$ (individuos/1.000m³), mientras que en superficie se registraron temperaturas de $15-16,9$ °C, salinidad $34,1-34,29$ psu, oxígeno disuelto $5,0-5,9$ ml L⁻¹ y densidad del agua de mar σ_t $24,8-25,69$ (**Figura 72**). Los resultados del plano donde se agrupó



mayormente la biomasa acústica del recurso, permiten corroborar la presencia de jurel en zonas donde predominaron aguas frías y bastante oxigenadas, de acuerdo al patrón observado los últimos años en las zonas donde se ubicó el jurel dentro del área de estudio.

Por otra parte, las señales latitudinales de la densidad acústicas de jurel expresado en S_a y las variables hidrológicas temperatura y gradiente térmico se muestran en las **Figura 73**. Esta, en general, presenta una marcada disminución en el sentido norte-sur lo que es consecuente con la climatología, evidenciando por sobre la ZEE, cambios latitudinales negativos en la temperatura, con un descenso en sentido norte-sur, así como la localización de las máximas densidades de jurel en sectores de bajos diferenciales térmicos que no superan los $0,15\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{mn}$ (200-400 mn) y $0,10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{mn}$ ($>400\text{mn}$).

7.4.9.3 Modelamiento estadístico entre las variables acústicas y bio-oceanográficas.

Se modelaron relaciones entre la densidad acústica de jurel y algunas variables ambientales físicas (e.g. temperatura, salinidad, oxígeno disuelto), biológicas (biomasa zooplanctónica total, densidad de eufáusidos y de sus estados larvales), siempre en presencia de tres variables relacionadas con el espacio físico (e.g. latitud, longitud y profundidad media del cardumen). Los modelos evaluados consideraron la asociación no paramétrica entre las variables, basándose en la utilización de suavizadores de tipo “spline” (regresión no paramétrica). Debido a que la densidad acústica de jurel fue valorada en el espacio, primero se analizaron las variables de posición latitud y longitud (Modelo 0), incorporando luego las variables ambientales acorde al esquema detallado en la densidad acústica de jurel como variable respuesta (**Tabla 38**).



Tabla 38
Descripci3n de los modelos analizados para GAM.

Modelo	Variables
Modelo 0	Longitud, Latitud, Profundidad media del cardumen (PMC)
Modelo 1	Longitud, Latitud, PMC, Temperatura
Modelo 2	Longitud, Latitud, PMC, Salinidad
Modelo 3	Longitud, Latitud, PMC, Oxigeno disuelto
Modelo 4	Longitud, Latitud, PMC, Densidad de euf3usidos
Modelo 5	Longitud, Latitud, PMC, Densidad de larvas de euf3usidos
Modelo 6	Longitud, Latitud, PMC, Biomasa zooplanctonica total

La distribuci3n de tipo log-normal que muestra la densidad ac3stica de jurel, determin3 su normalizaci3n a trav3s de logaritmo neperiano. Las dem3s variables se distribuyeron normales.

Para los cada uno de los modelos su bondad de ajuste se resume en la **Tabla 39**. El Modelo 0, que incluye las variables de posici3n mostr3 mayores densidades ac3sticas de jurel vinculadas al sector sur del 3rea de estudio, con un incremento significativo al sur de los 41°S, y centrada en los 82°W, mostrando una disminuci3n en la densidad de los card3menes hacia el sector costero y oce3nico (**Figuras 5 y 72**). Estad3sticamente, el Modelo 0 result3 significativo para explicar la densidad de jurel ($p > 0,05$), con un nivel de explicaci3n de la varianza de la densidad ac3stica de jurel de 48,5% ($R^2 = 0,434$; **Tabla 39**).

La incorporaci3n de la temperatura como variable predictor a (Modelo 1) involucr3 mejora en el nivel explicatorio respecto del Modelo 0 (**Tabla 39**), con un aument3 de la varianza explicada a un 49,4%. La relaci3n entre la densidad ac3stica de jurel y la temperatura muestra una distribuci3n preferencial de jurel por sobre los 12°C aumentando casi linealmente hacia mayores temperaturas. El Modelo 2 que incorpora la variable salinidad, mostr3 un alza moderada en su nivel explicatorio



(2,8%) de la varianza, respecto al Modelo 0, con mayores densidades de jurel bajo los 34 psu. Una situaci3n similar se obtuvo para la variable ox3geno disuelto (Modelo 3), que mostr3 un ajuste menos significativo que los modelos analizados previamente y solo adicion3 un 2,3% de mejor3a respecto del modelo inicial (**Tabla 39**), dando cuenta de la presencia de jurel exclusivamente en aguas bien oxigenadas (por sobre los 5 ml L⁻¹) caracter3sticas de la zona oce3nica frente a Chile centro-sur.

En cuanto a las variables biol3gicas, las mayores densidades de jurel estuvieron asociadas a altas densidades de euf3usidos (>2000 ind/1.000m³), altas densidades de larvas de euf3usidos (>500 ind/1.000m³) y alta biomasa zooplanct3nica total. Esta relaci3n positiva de la densidad de jurel con los principales grupos zooplanct3nicos, estuvo acompa3ada por una mejor3a sustantiva en el nivel explicatorio de los modelos que las incluyeron (49, 56,6 y 52,2% de varianza explicada respectivamente). Situaci3n que puede estar relacionada con aspectos alimentarios de jurel, que suele aumentar su actividad de consumo de alimento durante la 3poca invernal, predando activamente sobre euf3usidos que resultan ser el principal ítem presa encontrado en los est3magos de jurel.

Tabla 39.

Bondad de ajuste estad3stico para cada uno de los modelos analizados en el GAM.

MODELO	R ²	GCV score	% Varianza explicada	F	P
Modelo 0	0.434	1.6448	48.5%	27.239	3.33e-11
Modelo 1	0.443	1.6327	49.4%	1.175	0.2800
Modelo 2	0.460	1.6272	52.2%	0.860	0.52067
Modelo 3	0.462	1.5806	50.8%	7.984	0.00531
Modelo 4	0.442	1.6343	49.0%	1.991	0.14936
Modelo 5	0.511	1.4757	56.6%	4.074	0.000135
Modelo 6	0.461	1.6231	52.2%	2.563	0.01670



En relación a la profundidad de los registros acústicos de jurel, las mayores densidades estuvieron asociadas al estrato entre la superficie y los 100 metros, disminuyendo linealmente hacia mayores profundidades. La salinidad por su parte, evidenció que las mayores densidades de jurel estuvieron vinculadas a salinidades inferiores a los 34 psu, denotando la nula presencia de jurel en el sector costero donde se encuentran los máximos salinos subsuperficiales. Lo señalado anteriormente se corrobora al analizar la variable oxígeno disuelto, que demostró que los cardúmenes más densos de jurel estuvieron ligados a concentraciones entre los 5,2 y los 5,8 ml L⁻¹ que caracterizan a las aguas del sector oceánico frente a Chile centro-sur.

Por otra parte, los resultados alcanzados en la aplicación de GAM, a partir de información generada a través de SIG (plano superficial y 50 m de profundidad), para las variables temperatura, salinidad, oxígeno, densidad, gradientes respectivos, abundancia de eufáusidos, larvas de eufáusidos y variables espaciales de latitud y distancia a la costa, bajo un modelamiento de la probabilidad de ausencia/presencia del recurso y un modelo gausiano que considera densidad solo los ecotrazos positivos de jurel, indican que el ajuste del modelo binomial ausencia/presencia para el total de variables, reconoce 7 modelos o variables significativas (**Tabla 40**), donde se reconoce una significativa reducción de las desviaciones de los residuales ante la incorporación de las distintas variables al modelo nulo, determinando que la ausencia/presencia de jurel se explica en un 15,4% por la latitud y 6,6-2,7 % por distancia a la costa, gradientes de salinidad y oxígeno disuelto. En general, el pseudo coeficiente de determinación obtenido indica que el modelo explica un 30,7% de la probabilidad de ausencia/presencia de jurel en la zona de estudio.

**Tabla 40**

Análisis de varianza de las covariables ajustadas al modelo binomial GAM con la presencia/ausencia de jurel seleccionadas a través del criterio de Chi-cuadrado. Valores chi-cuadrado, AIC y pseudo coeficiente de determinación.

	Co-variable	Gl residuales	Devianza residual	AIC	Pr(>Chi)	Pseudo R ²
Modelo 0	Null	20368,0	8776,8	8778,8		
Modelo 1	Lat	20365,2	7419,4	7426,8	0,00	0,154
Modelo 2	Dcost	20361,8	6845,7	6859,9	0,00	0,220
Modelo 3	Gsal	20358,0	6603,7	6625,5	0,00	0,247
Modelo 4	Oxi	20355,4	6327,9	6355,0	0,00	0,279
Modelo 5	Dens	20352,0	6291,3	6325,2	5,32E-10	0,283
Modelo 6	Tem	20347,9	6121,2	6163,3	0,00	0,302
Moldeo 7	Gtem	20344,5	6078,4	6127,3	2,29E-13	0,307

El enfoque gaussiano para modelar la capa de mayor frecuencia de cardumen entre los 50-100 m de profundidad, muestra un total de 8 variables significativas incorporadas al modelo nulo, las cuales son: latitud, distancia a la costa, temperatura, gradientes salinos, salinidad, oxígeno, densidad y gradientes térmicos. Los predictores que principalmente explican la variabilidad de la distribución de la densidad de jurel son los gradientes salinos y la temperatura con un aporte de 20,4% y 13,9%, respectivamente, los restantes variables predictoras aportan entre un 7-1% a la variabilidad total (**Tabla 41**). El modelo explica un 36,9% de la variabilidad de la densidad de jurel observada entre los 50-100 m de profundidad.

**Tabla 41**

Análisis de Varianza de las covariables ajustadas al modelo GAM para la relación con la densidad de jurel seleccionadas a través del método de máxima verosimilitud. Veril 50-100 m de profundidad. Valores F, AIC y pseudo coeficiente de determinación.

Co-variable	Co-variable	Gl residuales	Devianza residual	AIC	Pr(>Chi)	Pseudo R ²
Modelo 0	Null	654,0	3993,2	3046,8		
Modelo 1	Lat	648,9	3177,1	2907,1	<2,20E-16	0,204
Modelo 2	Dcost	643,8	2621,3	2791,4	9,92E-16	0,343
Modelo 3	Tem	639,1	2342,9	2727,3	4,15E-11	0,413
Modelo 4	Gsal	635,2	2213,6	2697,8	1,02E-12	0,445
Modelo 5	Sal	630,7	2123,4	2679,6	1,89E-05	0,468
Modelo 6	Oxi	626,8	2079,4	2673,7	0,0047	0,479
Moldeo 7	Dens	622,4	2021,1	2663,9	0,0009	0,493
Modelo 8	Gtem	618,2	1974,1	2656,8	0,0027	0,505

El modelo de presencia/ausencia, muestra que la probabilidad de ocurrencia de jurel aumenta desde 90 hasta las 320 mn de la costa y hacia el sector sur del área de estudio, mientras que el modelo de densidad, muestra un aumento de altas densidades de jurel desde 200 a 300 mn y entre 41° a 43°S. En relación a los gradientes de salinidad, la presencia/ausencia muestra un efecto positivo hasta los 0,15 psu/mn, en tanto para la densidad de jurel se observa una situación inversa disminuyendo la magnitud de las densidades de jurel en la medida que aumentan los gradientes de salinidad.

7.4.9.4 Análisis de rangos ambientales para jurel

La existencia de rangos ambientales de distribución preferencial del recurso jurel, fue explorada a partir de la metodología reseñada por Perry y Smith (1994) y Perry *et al.* (1994), donde sus resultados se muestran a través de las distribuciones de frecuencia acumulativas empíricas (f(t)) para las variables temperatura, salinidad, concentración de oxígeno disuelto y profundidad media del cardumen, y las



distribuciones de frecuencia acumulativas empíricas para el producto entre la variable ambiental y la densidad de jurel ($g(t)$). Un resumen de estos resultados se presenta en la **Tabla 42**.

Tabla 42
Resultados del análisis de rangos ambientales (Perry y Smith, 1994)
para el sector oceánico (> 200 mn de la costa.).

Parámetros	Temperatura (°C)	Salinidad (psu)	Oxígeno (ml L ⁻¹)	PMC (m)	EUFA (ind/1000m ³)	LEUFA (ind/1000m ³)	BZOO (ml/1000 m ³)
P	0,0870	0	0,0050	0	0,7114	0,9600	0,6514
S	0,0967	0,0882	0,0671	0,3029	0,2865	0,3234	0,2957
Rango de preferencia	Sin pref.	33,92-34,1	5,1-6,5	60-140	Sin pref.	Sin pref.	Sin pref.

Donde S= distancia máxima entre las distribuciones de frecuencia acumulativas de $f(t)$ y de $g(t)$. P=significancia estadística ($p < 0,05$). Rango máximo de la variable ambiental a la distancia entre las funciones. PMC= profundidad media de cardúmenes, EUFA= densidad de eufáusidos, LEUFA= densidad de larvas de eufáusidos, BZOO= biomasa zooplanctónica total (biovolumen)

La comparación entre las curvas $f(t)$ y $g(t)$ (**Figura 74**), y considerando un $p < 0,05$, revelaron una evolución distinta de estas dos funciones, tanto para la profundidad media de los cardúmenes de jurel, como para la salinidad a la profundidad media de los cardúmenes y la concentración de oxígeno disuelto a la profundidad media de los cardúmenes, revelando la existencia de rangos preferenciales. La variable temperatura a dichos estratos de profundidad reveló una probabilidad cercana al criterio estadístico utilizado ($p=0,087$).

La profundidad media del cardumen, mostró la existencia de diferencias significativas ($p=0,000$) entre las curvas $f(t)$ y $g(t)$, revelando un rango preferencial entre los 60 y 140 metros de profundidad. Asimismo, el jurel exhibió una evolución diferencial de las curvas de salinidad, denotando una preferencia por aguas de baja salinidad fuera de las 200 mn (33,92-34,1 psu; $p=0,000$), como también la presencia de diferencias



significativas para la concentración de oxígeno disuelto, con una preferencia ambiental por aguas muy oxigenadas ($5,1-6,5 \text{ ml L}^{-1}$; $p=0,000$). Respecto a la temperatura, esta mostró una distribución aleatoria del recurso para ambas curvas, evidenciando la inexistencia de preferencia del recurso por algún rango de esta variable ambiental ($p=0,087$), Sin embargo, pareciera establecerse una preferencia por aguas frías entre 11 y $13,5^{\circ}\text{C}$ para los primeros 150 metros de profundidad.

Por su parte, aun cuando las variables biológicas aportaron a mejorar los modelos explicativos, los resultados de este análisis evidenciaron que el recurso jurel no mostró un grado de preferencia por un rango ambiental asociado a las variables biológicas representadas por el zooplancton local, esto es, densidad de eufáusidos y sus estados larvales, y biomasa zooplanctónica total.

Por ultimo, las asociaciones establecidas en los diferentes planos de densidad del jurel y sus variables ambientales, cuantificada a través del índice de Cramer (Ott *et al.*, 1983) como indicador del grado de dependencia entre la densidad de jurel y las variables independientes, con valores de 0 (mínima dependencia) y 1 (máxima dependencia), muestran moderadas y baja asociatividad entre el recurso y las variables ambientales presentes en la zona de estudio (**Tabla 43**), lo que es coherente con los resultados alcanzados en la modelación de las relaciones recurso-ambiente, si se considera que jurel a diferencia de otros recursos, presenta en gran parte de las variables un rango mayor de distribución.



Tabla 43
Coeficientes de Cramer para la distribuci3n de jurel y variables ambientales
en las capas de 5, 50 y 100 m

VARIABLE	Superficie-50 m.	Capa 51-100 m.	Capa 101-150 m.
Temperatura (°C)	0,08	0,08	0,10
Salinidad (psu)	0,14	0,16	0,12
Oxígeno (ml L ⁻¹)	0,06	0,06	0,09
Densidad (σ)	0,09	0,07	0,10
Eufáusidos (ind/1000m ³) *	-	0,06	-
Capa dispersi3n profunda *	0,13	0,16	0,14

7.5 Objetivo específico 2.5 Determinar la fauna acompa1ante y su importancia relativa en los lances de pesca de identificaci3n.

7.5.1 Resultados de lances de pesca

En la zona de estudio se efectuaron 6 lances de pesca con arrastre dirigidos a identificar ecotrazos sin obtener muestras para estudios biol3gicos b1sicos, y 32 con arte de cerco, cuyas posiciones geogr1ficas se muestran en la **Figura 6**. El bajo numero de lances en el crucero evaluaci3n, responde la escasa presencia del recurso y el predominio de bajos niveles de densidad disperso, lo que junto a prospectar un 1rea ubicada mas al sur y oce1nica, donde predominaron condiciones clim1ticas adversas limitaron el n1mero de lance y la posibilidad de capturar jurel en las lances de pesca realizados.

En este sentido, el estudio consider3 la informaci3n recolectada mediante el embarque de observadores cient1ficos durante el periodo de la evaluaci3n en las naves industriales PAM "L1der", "Don Alfonso", "Santa Maria I", "Cazador" y "Vesterveg, sobre la base del an1lisis estad1stico a las estructuras de tallas obtenidas por la flota y crucero desde el 2002 al 2008, cuyo resultado indican que posibles diferencias no son significativa a un 95% de confianza, al obtener valores de



χ^2 (calculados) inferiores a χ^2 (crítico), razón por lo cual es posible considerar en el estudio la información provenientes de los muestreos a bordo de naves industriales.

En las **Tablas 44 y 45** se detalla para cada lance realizado en el área prospectada, la posición, fecha, hora y la captura total en peso y número de jurel y fauna acompañante.

Tabla 44

Información de captura en peso y número de fauna acompañante en los lances de pesca realizados por pesqueros industriales.

Lance	Barco	Fecha	Latitud	Longitud	Captura en peso (kg)			Captura en número (ejemplares)				
					Jurel	Caballa	Reineta	Total	Jurel	Caballa	Reineta	Total
1	Lider	03.06.2009	42°40'	80°52'	462			462	673	60		733
2	Lider	03.06.2009	42°13'	82°07'	110.000			110.000	154.618			154.618
3	Lider	03.06.2009	41°54'	81°52'	128.520	11.480		140.000	173.774	19.335		193.108
4	Lider	04.06.2009	41°31'	81°10'	109.560	440	1	110.001	139.741	880	1	140.622
5	Lider	05.06.2009	41°48'	82°58'	116.040	3.960		120.000	163.646	7.920		171.566
6	Lider	11.06.2009	43°12'	78°39'	48.490	1.510		50.000	62.929	2.589		65.518
7	Lider	12.06.2009	42°50'	80°30'	155.920	4.080		160.000	206.986	6.800		213.786
8	Lider	19.06.2009	42°09'	81°11'	45.750	4.250		50.000	67.000	6.000		73.000
9	Lider	20.06.2009	42°29'	81°29'	246.325	3.675		250.000	327.612	4.900		332.512
10	Lider	29.06.2009	41°40'	93°22'	136.125	13.875		150.000	223.634	23.588		247.221
11	Lider	29.06.2009	41°44'	93°24'	140.544	19.456		160.000	217.663	25.941		243.604
12	Lider	30.06.2009	41°33'	93°02'	203.632	16.368		220.000	331.542	30.690		362.232
13	Lider	01.07.2009	41°19'	93°57'	95.240	4.760		100.000	121.907	5.712		127.619
14	Lider	01.07.2009	41°10'	93°58'	58.788	1.212		60.000	77.576	1.212		78.788
15	Lider	01.07.2009	41°04'	94°03'	77.800	2.200		80.000	101.287	2.933		104.220
16	D Alfonso	10.07.2009	39°27'	80°59'	222.750	2.250		225.000	274.146	3.750		277.896
17	D Alfonso	10.07.2009	39°30'	80°46'	1.000			1.000	1.232			1.232
18	D Alfonso	10.07.2009	39°41'	80°23'	375.250	19.750		395.000	435.577	35.909		471.487
19	D Alfonso	11.07.2009	39°43'	80°16'	683.850	21.150		705.000	733.186	33.840		767.026
20	D Alfonso	16.07.2009	39°48'	81°04'	98.000	2.000		100.000	125.641	4.000		129.641
21	Sta Maria	14.07.2009	40°07'	79°58'	234.146	5.854		240.000	333.658	11.708		345.366
22	Sta Maria	14.07.2009	40°06'	80°18'	250.000			250.000	249.126			249.126
23	Sta Maria	14.07.2009	40°12'	80°19'	40.000			40.000	59.649			59.649
24	Sta Maria	15.07.2009	40°23'	80°09'	110.000			110.000	150.000			150.000
25	Vesterveg	17.07.2009	39°54'	79°38'	145.000			145.000	217.500			217.500
26	Vesterveg	19.07.2009	39°34'	81°51'	78.080	1.920		80.000	99.086	2.954		102.040
27	Vesterveg	20.07.2009	38°13'	82°30'	38.240	1.760		40.000	60.786	2.750		63.536
28	Vesterveg	20.07.2009	38°02'	82°14'	298.880	21.120		320.000	474.483	35.200		509.683
29	Cazador	29.07.2009	41°37'	92°51'	673.680	26.320		700.000	896.000	33.600		929.600
30	Cazador	29.07.2009	41°35'	92°59'	237.048	19.52		239.000	310.818	2.603		313.421
31	Cazador	30.07.2009	41°32'	93°04'	194.502	15.498		210.000	282.286	24.108		306.394
32	Cazador	30.07.2009	41°32'	93°13'	450.000			450.000	592.500			592.500
Total					5.388.7022	181.798	0,5	5.570.5011	7.029.7077	288.098	1	7.317.8065

caballa *Scomber japonicus* (3,26% peso;3,94% número) y reineta *Brama australis* (0,00%;0,00% número),



Tabla 45

Información de captura en peso de fauna acompañante en los lances de pesca realizados por B/C Abate Molina y PAM Biomar III.

Lance	Barco	Fecha	Latitud	Longitud	Captura en peso (kg)				Captura en número (ejemplares)			
					Reineta	Jibia	Vinciguerra	Total	Reineta	Jibia	Vinciguerra	Total
1	Bioma	17.06.200	41°32'	87°42'		0,385	0,683	1		1	30	31
2	Bioma	18.06.200	41°35'	88°03'				0				0
3	A	24.06.200	43°43'	81°07'	6,855	2,620	6,345	16	6	5	279	290
4	Bioma	24.06.200	43°12'	81°18'								
5	A	18.07.200	40°53'	79°35'								
6	A	24.07.200	39°35'	82°14'								
Total					6,855	3,005	7,028	16,888	6	6	309	321

Mictófidus *Vinciguerra* (41,62% peso; 96,26% número), reineta *Brama australis* (40,59% peso; 1,87% número) y Jibia *Dosidicus gigas* (17,79% peso; 1,87% número).

7.5.2 Proporción y composición fauna acompañante

En los lances pesca con éxito en la captura de jurel, esta especie representó el 96,74% y un 3,26% correspondió a fauna acompañante. Las especies presentes fueron caballa *Scomber japonicus* (3,26%) y reineta *Brama australis* (<0,001%), ratificando la característica mono-especifica de la pesquería de jurel en la zona centro sur del país.

En este sentido, se debe mencionar que las pescas con red de cerco son normalmente menos diversas en las especies capturadas que las obtenidas con red de arrastre a mediagua, al actuar el cerco sobre un cardumen puntual a diferencia del arrastre que vulnera varias agregaciones en su recorrido. Luego, el mayor volumen de caballa registrado en el estudio, se explica por una marcada presencia en la zona prospectada, al registrarse captura de esta especie en 24 lances de pesca y con volúmenes que fluctuaron entre 440 a 19.750 kilos, mientras que para la otra especie presente en solo un lance de pesca realizados en la zona evaluada, su volumen en la captura es mínimo o prácticamente ausente, lo cual se encuentra en el orden de lo registrado en anteriores estudios



(0,50 a 0.33%), verificándose una reducida fauna asociada a jurel en el área principal de su pesquería. Asimismo, este año no se apreció la alta recurrencia de jibia en las capturas de jurel, como fue observado en años anteriores, cuando este recurso registró una fuerte disponibilidad en el área de estudio

Luego, para la especie caballa, la estructura de talla registra tamaños que van desde 29–41 cm de longitud horquilla, con una moda principal a 38 y secundaria en 34 cm, lo cual difiere con lo registrado el 2006 y 2007 (modas 30 y 29 cm), al registrar una talla modal mayor a lo registrado el 2008 (28-29 cm) y similar al 2004 y 2005 (35 y 39 cm), evidenciando este año la presencia de ejemplares de mayor tamaño respecto en los tres últimos años.

7.5.3 Análisis de asociación

El análisis de clusters por especie realizado para el periodo 1997 a 2009, presenta 3 grupos principales, determinado con un nivel de similaridad del 60%, el que esta compuesto por las especies *D. gigas* (jibia), *S japonicus* (caballa), *T. symmetricus murphyi* (jurel) y *B. australis* (reineta), dentro de este grupo se observa 1 subgrupo con altos niveles de similaridad entre un 88,5-92,3%, formado por reineta, jurel y caballa, seguido por un segundo grupo compuesto por sierra y merluza de cola y un tercero por vicinguerria y mictofidos. Alta disimilitud presentan los otros recursos capturados como anchoveta, calamar, y merluza común, los cuales son menos frecuentes como fauna acompañante de jurel, razón por cual se muestra como grupo aislado en el dendograma (**Figura 75**)

A través de los años se observan 2 grupos importantes, el primero de mayor similitud lo compone los años 2003-2008, dentro del cual se forman subgrupos muestran una mayor similitud entre si con un nivel del 100%, el segundo grupo importante lo



constituyen los a1os 1998-2002, grupo que tambi3n se encuentra subdividido con un mayor nivel de similitud (66,1%) para los a1os 1998, 2000 y 2002, y 77,8% de similitud entre 1999 y 2001. En tanto, para 1997 y 2009 el an3lisis muestra en particular como un evento aislado, junto con un alto nivel de disimilitud, lo cual se explica por la presencia de un fen3meno “El Ni1o” intenso frente a las costas de Chile en 1997, y la informaci3n de captura provenientes del cerco el 2009, que a diferencia del arrastre que vulnera varias agregaciones, el cerco actúa puntualmente sobre un cardumen, disminuyendo la probabilidad de capturar un mayor n1mero de especies.

El alto nivel de similitud del subgrupo formado por caballa, jurel y reineta, sugiere que la principal fauna íctica asociada a las capturas de jurel lo constituyen estos recursos, al encontrarse presente en todos los lances realizados durante el periodo evaluado, tanto dentro como fuera de la ZEE, evidenciando el car3cter monoespecífico de las capturas de jurel en el estudio y su pesquería.

Por otra parte, hasta el 2002 sobre el 90% de los lances se efectuaron dentro de la ZEE, en tanto desde el 2003 se extienden longitudinalmente el área de estudio, obteniendo capturas entre 200 mn a 500 mn de la costa (**Tabla 46**), lo cual se muestra en el an3lisis a trav3s de una alta similitud entre 2003 a 2008, donde aparece en las capturas especies mas oceánicas como jibia, a diferencia del periodo 1998-2002 donde las capturas estaban compuestas principalmente por especies asociadas a la costa como anchoveta, vicinguerra y sierra.



Tabla 46

Distribuci3n longitudinal porcentual de lances de pesca en crucero evaluaci3n 1997-2008.

Año	Porcentaje Lances por Limite Longitudinal				
	<100 mn	100-200 mn	200-300 mn	300-400 mn	>400 mn
1997	58,1	41,9			
1998	72,4	27,6			
1999	63,9	36,1			
2000	53,2	44,7	2,1		
2001	100,0				
2002	53,8	38,5	7,7		
2003	17,6	35,3	17,6	29,4	
2004	30,0	15,0	15,0	35,0	5,0
2005	5,1	10,3	69,2	12,8	2,6
2006	9,1	36,4	24,2	21,2	9,1
2007	10,0	15,0	45,0	25,0	5,0
2008	7,7			76,9	15,4
2009				14,5	85,5



8. DISCUSIÓN

La biomasa de jurel estimada en invierno del año 2009 (534.538 toneladas) indica que se mantiene la baja disponibilidad en la zona centro-sur del país, la cual está sustentada principalmente por un crecimiento de carácter somático en el stock respecto al 2006 y 2007, dado el desplazamiento de la moda principal de 31, 32 a 37 cm, y la mayor presencia de ejemplares mayores respecto a estos años.

La precisión del estimado de biomasa fue menor a la esperada para la prospección ($CV = 24,00$) al alcanzar un 7,88%, lo que se explica por una mayor homogeneidad de las densidades acústicas de jurel que determinaron durante este año, y a diferencia de lo registrado desde el 2003 al 2006, pequeñas zona de concentración por sobre las 200 mn. La evaluación de los métodos propuestos para estimar la varianza de la biomasa (conglomerado, estrato agrupado, bootstrap y geoestadística), determinó una mayor precisión en el método geoestadístico.

En el sentido batimétrico, el recurso presentó una distribución entre los 10 a 200 m en la zona de estudio, con un agrupamiento de las agregaciones presentes entre los 60 a 130 m, desde 200 a 400 mn (57,53%) y 400 a 700 mn (53,57%), indicando una distribución en profundidad del jurel fuera de las 200 mn, como se ha registrado desde el 2003 en la zona de estudio. Este año, al igual que entre el 2003 y 2008, se perdió la tendencia recurrente a profundizarse el recurso hacia el sur en el sector oceánico, como fue registrado en la ZEE desde 1999 al 2002.

En la zona de estudio, este año se identificaron solo algunos sectores definidos de alta densidad fuera de la ZEE, bajo un patrón de distribución similar al observado desde el 2003, donde los mayores valores de densidad estuvieron fuera de la ZEE, entre Puerto Lebu y Corral. En este sentido, este año la abundancia del recurso se



ubicó sobre las 200 mn de Puerto Lebu al sur, donde se concentró el 100% de la biomasa estimada, coincidiendo el área donde se ubicó la distribución del jurel con la registrada desde el 2003 al 2008 (> 90% de la biomasa), pero en un sector mas restringido que equivale al 48% de área registrada el 2007.

En relación al ambiente, el análisis de las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) de los cruceros entre 1991 y 2009 (**Figura 76 y 77**), evidencia anomalías positivas especialmente en los años 1992 (+0,6°C) y 1997 (+2,5°C) reflejando el efecto de eventos cálidos en el área de estudio, por el contrario, anomalías negativas fueron detectadas principalmente en los años 1994, 1999, 2001 y 2002, las cuales se revierten en los años siguientes a positivas, para registrar este último año aguas comparativamente más frías que el 2006. Períodos cálidos a fríos que también se observan en la información satelital mensual de TSM y anomalías, detectando alternancia interanual entre períodos de aproximadamente 4 a 5 años, así como la presencia de anomalías positivas en el 2003, su permanencia e incremento durante el 2004, y disminución durante el 2005, con características distintas a lo registrado entre 1997 y 1998, donde altas anomalías en la costa evidencian la fuerte penetración de aguas cálidas desde el sector norte y oeste en la zona de estudio (**Figuras 77, 78 y 79**).

Antecedentes históricos de estructura de tallas anual en la zona centro sur del país, indican en forma marcada la presencia de ejemplares de jurel de menor tamaño en los años donde se ha desarrollado un evento El Niño, sugiriendo como hipótesis, el desplazamiento de masas de aguas oceánicas que incluyen el transporte de ejemplares pequeños que habitualmente permanecen en el sector oceánico (pre-reclutas) (Aranis com. Pers, Arcos *et al.*, 2001.) Es así que, durante el desarrollo de un evento EL Niño ocurren cambios importantes en la distribución espacial de los diferentes grupos de tamaño de jurel, como se observó en las capturas de la flota



soviética fuera de las 200 mn frente a Perú entre 1987 y 1988, donde prácticamente no se capturaron ejemplares mayores a 29 cm de longitud a la horquilla (T. Dioses IMARPE com. pers.).

En este sentido, el alto número de ejemplares menores a 26 cm registrado el 2001, que aportaron un 65,39% en número y 54,08% en peso, no se mantuvo, disminuyendo progresivamente en el sector de las 200 mn a; 33,67% y 23,00% el 2002; 17,28% y 10,69% el 2003; 13,03% y 6,16% el 2004; 1,17% y 0,95% el 2005, observando una fuerte caída durante el 2006, 2007 y 2008, y la total ausencia de estos ejemplares durante este año en la zona de estudio. A diferencia de lo registrado en el 2001, 2002, 2003 y 2004, donde la mayor cantidad de los individuos se ubicó entre los 20 a 35, 20 a 42, 24 a 45 y 22 a 55 cm, este año es evidente una estructura de talla amplia con ejemplares de mayor tamaños y semejante a lo registrado ante de El Niño 97-98, en las capturas comerciales de la pesquerías de jurel en la VIII Región.

Es así que, diferencias de un centímetro por año se aprecia en los grupos modales entre el 2001-2008, sugiriendo un crecimiento somático para el stock de jurel, lo cual es consistente con el desplazamiento sistemático de los grupos de edad hacia edades mayores (V el 2003 a VII el 2008), destacando en esta campaña sólo cuatro grupos importantes con un notable incremento en los grupos de edad (VIII a XI) y la total ausencia de la edad VII y menores, lo cual no se relaciona con el crecimiento somático observado en la prospección, sugiriendo para este año la presencia de una fracción distinta del stock registrado en años anteriores, que correspondería a un nuevo contingente de peces mas adulto proveniente del sector sur del área de estudio, el cual había sido registrado en anteriores evaluaciones.



Por otra parte, es importante se1alar que tras el evento intenso El Ni1o 97-98 cambios importantes se han registrado en la zona centro-sur del pa1s, con una fuerte modificaci3n en la estructura de tallas de jurel que expertos han definido como una juvenilizaci3n del stock. Es as1 que, en este contexto la densidad global de los principales grupos zooplanct3nicos ha disminuido gradualmente con una ca1da dr1stica en el 2002 y que se mantiene en el 2004, adem1s de una reducci3n de las tasas presentes u oferta de alimento en el medio de 34 (1991 al 1994) a 18 (1997 al 2004). En este sentido, es importante indicar que cambios en la disponibilidad de zooplancton (presas) tambi3n se han registrado de manera habitual en la zona norte del pa1s, durante la ocurrencia del fen3meno del El Ni1o. Luego, para este a1o la densidad diurna y nocturna alcanzada por los principales grupos zooplanct3nicos, junto a su bajo volumen corporal represent3 una fuerte ca1da (87%) respecto al 2008, constituy3ndose el valor m1s bajo desde 1997,. lo cual indica un notorio fortalecimiento de la tendencia decreciente registrada desde 2000 en la zona de estudio (C3rdova *et al.*, 1998 al 2009).

Bajo este contexto, los resultados alcanzados en el marco del estudio muestran una disminuci3n en la densidad global de los principales grupos zooplanct3nicos, con una fuerte ca1da el 2002, y que para los cuatro 3ltimos a1os representaron mermas de 64%, 60%, 70% y 87,0% respectivamente, Adem1s de una baja en las tasas presentes u oferta de alimento en el medio cercanas al 50%. Estos antecedentes son relevantes, mas al ubicarse mayoritariamente estos grupos en el sector costero y constituir el mayor aporte a la biomasa zooplanct3nica, sugieren para los 3ltimos a1os, una disminuci3n en la cantidad disponible de alimento especialmente euf1sidos dentro de la zona de estudio, lo cual pudiera ser un elemento que incida en mejores condiciones para jurel en el sector oce1nico, donde a pesar de que en esta 1rea la densidad del zooplancton es menor que en la costa.



En este sentido, la ausencia del recurso en el sector costero donde se concentra mayoritariamente los eufáusidos, entre los 34 a 40°S, así como la escasa presencia diurna-nocturna de eufáusidos donde se registran las mayores concentraciones de jurel, podría explicar una relación de predación del recurso sobre este grupo, al ser los eufáusidos un ítem relevante en la dieta de jurel al alcanzar su importancia relativa (IIR) un 15,88% este año, estableciendo para la especie el carácter de predador selectivo con preferencia sobre crustáceos (carcinófaga). Sin embargo, es importante señalar la alta oferta alimentaria y biomasa entre 1997 y 2001, la posterior caída de ambos el 2002, la sostenida disminución de la densidad de eufáusidos, y la reducción del IIR respecto al 2008 (74,61%), que este año sugieren para la zona de estudio, un posible cambio en la participación de los ítem alimentarios en la dieta de jurel.

En contexto, es importante mencionar que modificaciones en la estructura específica por cambios en la abundancia y número de taxas del zooplancton, pueden estar asociados a cambios en la productividad primaria del lugar, la cual entre otros depende de la dinámica de la columna de agua, siendo en este aspecto la climatología un factor importante, y donde la zona de estudio ubicada a en altas latitudes, ha presentado cambios relativos caracterizados por una marcada presencia de centros de baja presiones (condiciones de mal tiempo) que generan una importante mezcla en los primeros metros y favorecen la productividad primaria.

Otra de las causas que explicarían el bajo nivel de biomasa y abundancia estimado en el presente estudio, esta asociado a una baja cobertura espacial del recurso en la zona prospectada, expresado por una reducción del área de distribución de jurel fuera de la ZEE, de 35.244 mn² (2007) a 17.172 mn² (2009), lo que estaría indicando una reducción en la disponibilidad del recurso en la zona donde se desarrolló principalmente la pesquería, manteniendo la tendencia a la baja observada a partir del 2001.



Si se considera el valor absoluto de biomasa estimado, la fuerte reducción espacial del jurel dentro de la primeras 200 mn en la zona de estudio, la presencia de sólo cuatro grupos de edad mayores importantes y su desfase, la baja disponibilidad del recurso a la pesquería y la ausencia de ejemplares pre-reclutas en la estructura de talla, no es posible señalar para este año, la continuidad de la tendencia creciente y mejorada de la estructura del stock que se observó hasta el 2001. En este sentido, los resultados de las evaluaciones directas hidroacústicas junto indicadores biológicos y operacionales provenientes de la pesquería, fueron incorporadas en los modelos de evaluación indirecta de jurel, generando una amplia gama de escenarios probables, pudiendo concluir que en todos ellos la proyección del recurso presenta una tendencia decreciente, lo cual evidencia una situación delicada del stock de jurel en las costa de Chile (Canales *et al*, 2009).

El análisis histórico de la distribución espacial de la biomasa de jurel para el período 1997-2002 revela la ausencia recurrente de recurso en el sector noroccidental del área de prospección (**Figura 79**), lo cual coincide espacialmente con la intrusión superficial por el NW de aguas comparativamente más cálidas ($> 17^{\circ}\text{C}$) y más salinas ($>34,0$ psu), situación que es corroborada también por información satelital para los distintos período en el área de estudio. Al igual que desde el 2003 al 2008, en el crucero de prospección realizado el 2009 se observa una penetración oceánica en el sentido NW-SE, de aguas comparativamente más cálidas ($>17^{\circ}\text{C}$), en tanto en la costa y hacia al sur se manifiesta la fuerte presencia de aguas más frías ($<12^{\circ}\text{C}$), generando un gradiente térmico (6°C) en sentido latitudinal ($38-42^{\circ}\text{LS}$) y donde se concentró mayoritariamente el jurel (app 100% de la biomasa). La zona estuvo bajo el dominio de temperaturas superficiales que variaron de $9,20$ a $18,2^{\circ}\text{C}$ ($13,10 \pm 2,010^{\circ}\text{C}$) y salinidades en superficie entre los $32,130$ y $34,363$ ($33,984 \pm 0,237$ psu).



En general, la distribución de las variables y estructuras oceanográficas verticales (y sus anomalías para el período 1997-2006) para el área de estudio, evidenció la presencia de aguas más frías que las informadas en período invernal del 2003, 2004 y 2006, con una distribución espacial similar a lo reportado en estos años.

En las evaluaciones hidroacústicas efectuadas hacia fines del otoño entre 1997 a 2003, en la zona central de Chile, se han presentados cambios en la distribución espacial del recurso jurel así como también una fluctuación inter-anual en las variables bioceanográficas, causadas preferentemente por la influencia de eventos cálidos y fríos que han afectado el área. Sin embargo, frente a estas variaciones ambientales el jurel presentó este año rangos preferenciales en las variables hidrológicas, que van desde los 11 a 13 C y 33,9 a 34,1 psu, los cuales se asemejan con los de años anteriores, asimismo, al igual que desde el 2002 al 2008, el jurel se ubicó de preferencia en el estrato con valores de oxígeno entre 6 a 7 ml L⁻¹, destacando este año al igual que el 2005, 2006, 2007 y 2008, la presencia altos valores oxígeno en la columna de agua.

En este contexto, el análisis de asociación entre las variables bio-oceanográficas y el recurso, muestra que el jurel en su medio ambiente no se ubica en cualquier lugar, si no más bien en sectores donde es posible encontrar rangos preferenciales, clasificando el recurso en el grupo de especies definidas como ambiente georreferenciado.

Para la zona de estudio las variables de latitud, distancia a la costa, temperatura, gradiente salinidad, salinidad, oxígeno, densidad y gradiente temperatura, fueron significativas en el ajuste del modelo para la variable explicativa de la densidad de jurel, en tanto para la presencia / ausencia de jurel, lo fueron las variables latitud, distancia a la costa, gradiente salinidad, oxígeno, densidad del agua, temperatura y gradiente temperatura, alcanzando una mayor discriminación el modelo bajo un



enfoque gaussiano para la densidad de jurel ($R^2=0,51$). Resultado que se corrobora con el modelamiento estadístico entre la densidad y las variables ambientales a la profundidad media del jurel, estableciendo un modelo de 9 variables significativas y una alta discriminación ($R^2=0,51$).

Por otra parte, la mayor concentración de la biomasa fuera de la ZEE y que ha permanecido durante los últimos años, también se ha observado en la operación de la flota cerquera de la VIII Región, que alcanza altos rendimientos de pesca en este sector antes durante y después del desarrollo de las evaluaciones acústicas de jurel, lo que indica una baja disponibilidad del recurso en el sector donde se desarrolló históricamente la pesquería de jurel del país. En este sentido, a diferencia del 2003 al 2008 donde las capturas fuera de la ZEE fluctuaron entre un 33 y 73%, este año en particular, las incursiones han sido frecuentes, con altos rendimientos por viajes y utilización de bodega, representando la captura de este sector en el orden de las 340.606 toneladas, el 60% del total reportado hasta septiembre, registrando un notable incremento en la duración media de los viajes con pesca, desde 2,75 días (2005) a 6,43 días (2008), evidenciando una mayor disponibilidad y la permanencia de jurel en este sector durante los dos últimos años.

La densidad acústica media ponderada por las unidades de muestreo con presencia de jurel, muestra a distintas distancias de la costa para 1997 al 2009, un incremento de la densidad en la ZEE entre 1997 a 2001 consistente con el aumento sostenido en la biomasa en este sector durante ese período (3,75 a 6,14 millones de toneladas). Fuera de la ZEE, la zona de 200 a 300 mn de la costa revela una leve tendencia decreciente en la densidad acústica entre el 2003 y 2007, mientras que para el sector de 300 a 400 mn sus valores son más estables, lo que sugirió el inicio incipiente del proceso de disminución de la disponibilidad observada en la ZEE entre 2002 y 2007, y que este año se ratifica al mantenerse un reducido volumen de biomasa sobre las



200 mn de la costa (**Figura 14**). Estas variaciones de la abundancia respecto a su ubicación frente a la costa, confirman el fuerte cambio en el uso del espacio de jurel en los últimos años, siendo importante establecer si estas variaciones espaciales del recurso responde a una baja en la abundancia o corresponden a un desplazamiento espacial en la distribución del jurel en la zona de estudio, lo cual es relevante responder por su impacto en el ámbito comercial y de la administración del recurso.

Bajo este contexto, la tendencia decreciente de la biomasa a distintas distancia de la costa informada a través de los años en el marco de este estudio, se ha corroborado con la operación anual de la flota China en el borde de las 200 mn el 2001 (78°W), cuando se evaluó 6,35 millones de toneladas en la ZEE, para posteriormente en el 2007 extender su operación comercial hasta los 120°W, evidenciando el desplazamiento de las agregaciones de jurel observados en la evaluaciones acústicas dentro y fuera de la ZEE (Zhang *et al.*, 2008). Del mismo modo, prospecciones acústicas realizadas en noviembre en la zona de desove de jurel muestran una fuerte reducción de las agregaciones a partir del 2000 (**Figura 80**), evidenciando un comportamiento similar a lo registrado para este estudio en la zona centro-sur del país, lo que junto a densidades acústicas decrecientes de 66,6 t/mn² (2006) a 46,00 t/mn² (2008) en las 500 mn (A. Sepúlveda com. pers.), detectadas en cuantificaciones acústicas efectuada en agosto por barcos de cerco de la VIII región, ratifican y robustecen los resultados decrecientes alcanzados en la zona de estudio. Luego, es posible sostener que a partir del 2002, el jurel ingresa con una intensidad menor al sector costero (ZEE) y que los cambios observados en la abundancia dentro y fuera de las 200 mn, evidencian una variación en la distribución espacial del jurel durante el invierno en la zona.

En atención a profundizar el entendimiento del recurso es necesario considerar la incorporación de otros estudios relacionados al proyecto. Es así que es importante



señalar los resultados de evaluaciones acústicas efectuadas en la zona norte, que a diferencia de lo registrado en la zona centro sur, indican para los tres últimos años, un incremento importante en la abundancia de jurel dentro de las 25 mn en la III y IV región, lo que de mantenerse podría sugerir una intensificación en el ingreso del jurel hacia la costa por la convergencia subtropical, siguiendo un mecanismo similar a lo registrado en el sector sur (corriente de deriva del oeste), que pudiera ser estimulado por una redistribución del recurso dado la concentración y permanencia del jurel los últimos años, en la alta mar en la zona centro sur. Sin embargo, la baja presencia de jurel en noviembre 2009 en la zona norte (XV, I y II región), respecto a años anteriores, la cual fue ratificada durante la evaluación de anchoveta en diciembre para la misma zona, así como su caída en 32% de las capturas y 61% en anchoveta, muestran un cambio importante en la disponibilidad de estos recursos, que de mantenerse durante el 2010, podría sugerir para jurel la expansión del proceso regresivo observado la distribución y abundancia de jurel en la zona centro sur del país.

Dado la fuerte dinámica espacio-temporal que presenta la distribución y abundancia de jurel frente a las costa del país, es recomendable mantener la ejecución de estudios de evaluaciones acústicas adicionales, que permitan conocer estimados de biomasa en distintos sectores un área más extensa hacia el sur y oeste, fortaleciendo este índice de calibración para la evaluación indirectas del stock, lo cual consolidara los resultados alcanzados este año y aumentará el conocimiento de los patrones de comportamiento del recurso en el transcurso del año, de manera que permitan ajustar el período y zona cuando el recurso esté presente en la menor área posible, a fin de aumentar la eficiencia de los recursos financieros disponibles para la ejecución de los cruceros.



9. CONCLUSIONES

9.1 Acústica

- 9.1.1** La biomasa de jurel para la zona comprendida desde el sur de San Antonio (34° 10'S) a isla Guafo (43° 45'S) y desde 5 y 700 millas de la costa fue de 534.538 t, con un coeficiente de variaci3n (CV) de 7,88. Biomasa que se distribuy3 en 328.016 t (200-400 mn) y 206.522 t (400-700 mn), con una precisi3n de CV= 11,29% y 9,47%, respectivamente. El m3todo geoestadístico present3 la mayor precisi3n y su biomasa no present3 diferencia con lo estimado por los otros m3todos.
- 9.1.2** La abundancia numérica total alcanz3 a 809.407.053 individuos con 496.687.383 individuos ubicados entre 200-400 mn y 312.719.670 individuos entre 400-700 mn, sin registrar presencia de jurel en la ZEE, observando en la zona adyacente 200 a 400 mn una disminuci3n respecto al 2008, con abundancias que van desde 8,9E+8 a 4,96E+8. El n3mero de individuos bajo la talla m3nima legal (26 cm) fue cero, culminando la reducci3n de ejemplares menores, observada de manera intensa entre 2001 y 2002, con porcentajes que van desde 35,9% a 14,1% en n3mero y 24,9% a 8.1% en peso.
- 9.1.3** El patr3n de distribuci3n espacial del jurel durante este a3o corresponde con lo observado desde 1997 al 2002, en cuanto a la ausencia total de agregaciones en el sector noroeste donde se detecta de manera recurrente la intrusi3n de aguas c3lidas procedentes del 3rea oceánica. Este a3o, al igual que el 2008 la ausencia de recurso se expandi3 considerablemente al registrar recurso en un 3rea bastante reducida que lo observado durante el 2003 al 2007, con una tendencia a situarse al sur a trav3s de los a3os.



- 9.1.4** El recurso se ubicó principalmente desde Puerto Lebu al sur, concentrándose en esta área aproximadamente el 100% de la biomasa total estimada y su distribución por sobre el límite de las 200 mn sugiere la localización hacia la alta mar. Esta distribución espacial de jurel no presenta grandes diferencias con la de 1998, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008 donde más del 90% de la biomasa se localizó entre Talcahuano y Corral.
- 9.1.5** Fuera de la ZEE, la densidad acústica media para este crucero fue de 31,13 t/mn², sustentada por la fuerte reducción del área de distribución del recurso que alcanzo a un 48% respecto a lo registrado el 2007. Esta menor área de distribución de jurel sugiere que la disminución de la abundancia es producto de un cambio en el uso del espacio del recurso y una baja importante en la disponibilidad o presencia de jurel.
- 9.1.6** El índice de presencia y densidad fueron de 0,012% y 214,20 t/mn² para la zona de estudio, predominando bajos valores de presencia (0,0038 a 0,02%) y un incremento de la densidad desde el sector costero hacia la alta mar (187,48 a 366,69 t/mn²). Lo anterior, sugiere un cambio en la distribución espacial de jurel y un decremento en la abundancia en la zona de estudio.
- 9.1.7** Al igual que desde el 2003 al 2008, el jurel mantiene su tendencia a localizar sus agregaciones a mayor profundidad hacia el oeste, siguiendo el patrón histórico de la profundidad media de jurel observado cada 100 mn desde costa hacia la alta mar (59,7; 77,7; 98,3 y 98,9 m).

9.2 Pesca

- 9.2.1** El 96,74% de la captura correspondió a jurel, en tanto sólo el 3,26% lo constituyó la fauna asociada, compuesta por las especies; caballa ***Scomber japonicus*** (4,50%) y reineta ***Brama australis*** (<0,001%). Ambas especies



se encontraron presentes en todos los lances realizados dentro y fuera de la ZEE, y presentaron altos niveles de similitud, evidenciando el carácter monoespecífico de las captura en el estudio y pesquería

- 9.2.2** Se vuelve a ratificar un crecimiento somático en el recurso durante este año, dado el aumento paulatino de la moda desde el 2001 (26 cm) al 2009 (37 cm) y la no captura de ejemplares bajo la talla mínima legal (26 cm), culminado la fuerte disminución observada desde 1997.
- 9.2.3** La especie comercial más recurrente en las capturas fue caballa, registrando tamaños entre 29 a 41 cm y una moda principal a 38 y secundaria en 34 cm, distinto a lo observado el 2006-2007 (modas 30 y 29 cm) y 2008 (modas 20 y 29 cm), evidenciando este año la presencia de ejemplares mayores.
- 9.2.4** A diferencia del 2007 y 2008, los principales grupos de edad fueron VIII y XI registran un desplazamiento similar al observado en los grupos predominantes IV (2002) V (2003) y VI (2004). Se mantiene la ausencia del grupo de edad III y menores, al igual que lo observado el 2005 al 2008, desapareciendo este año el grupo VI y VII en la zona de estudio.
- 9.2.5** Al igual que desde el 2006 a 2008, este año no existieron diferencias significativas entre la distribución de talla de los lances en la zona de estudio, lo cual también se estableció para las relaciones longitud peso entre machos y hembras, lo que permite el uso de una relación general (machos y hembras) y determinar una estructura de talla única en la zona de estudio.

9.3 Oceanografía

- 9.3.1** La zona de estudio presentó condiciones que siguen un patrón histórico con aguas más cálidas en el sector noroeste ($>17^{\circ}\text{C}$), aguas más frías al sur



(<12°C), y una banda meridional de transición que este año fue cercana a los 6° C en sector oceánico, predominando escasa variabilidad zonal. Gran parte del área estuvo caracterizada por isohalina de 34,0 psu, revelando aguas más salinas respecto al 2008, con el predominio de un ambiente bien oxigenado, dominado por las isolneas de 5 a 6 ml L⁻¹, y una alta presencia de biomasa fitoplanctónica (>0.45 mg m⁻³) dentro la ZEE y valores mínimos (<0.15 mg m⁻³) por fuera donde se concentró principalmente el recurso jurel.

- 9.3.2** La distribución vertical de las variables medidas en el sector costero, reveló: leves diferencias zonales de temperatura y salinidad en superficie, para la mayoría de los casos, termoclina/picnoclina débiles a 70-120 metros, haloclinas desarrolladas hacia la costa que se debilitan y profundizan hacia el océano, un estrato superficial oxigenado y oxiclinas definidas al interior de las 100 mn, y un máximo salino subsuperficial entre 120 a 400 m que coincide con aguas de bajo oxígeno, que caracteriza las AES en su flujo al polo. En tanto el sector oceánico muestra diferencias zonales superficiales de temperatura/densidades, una termoclina/picnoclina mas desarrollada al norte del 39°S, escasa variación zonal en salinidad, haloclinas débiles o inexistente y ausencia de máximo salino subsuperficial. Al oeste de los 80-82°W la columna de aguas está bien oxigenada sin gradientes zonales o verticales.
- 9.3.3** Al igual que desde el 2004 al 2008, la profundidad de la capa de mezcla fluctuó entre 10 y 70 m de profundidad, manteniendo un gradiente zonal, pero con valores de 70 m mas alejados de la costa (200-600 mn), respecto a los años anteriores (50 mn), y profundidades mayores hacia el oeste, especialmente en el sector oceánico. La profundidad base de la termoclina muestra un gradiente costa océano, con valores menores (<70 m) al interior de las 50 mn y una marcada profundización hacia el sector más oceánico (> 100 m).



- 9.3.4** Las anomalías de la TSM evidenciaron la alternancia de períodos fríos y cálidos, con aguas frías en gran parte del área entre 1990 y 1994, en contraste con anomalías positivas durante los inviernos de 1997-1998. El año 2009 muestra predominio de anomalías negativas con máximos (-1,2 y -0,8 °C) en la zona de estudio, evidenciando un enfriamiento en el área de estudio, lo que viene a revertir el calentamiento observado el 2006, para enmarcarse a lo reportado entre 1999-2003 y 2005.
- 9.3.5** En este estudio y de manera similar a lo reportado para el período invernal de 1997-2008, el análisis de los diagramas T-S reveló la presencia de tres masas de agua en el área de prospección: las Aguas Subantárticas (ASAA), las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AEES) y las Aguas Intermedias Antárticas (AIA).

9.4 Plancton

- 9.4.1** La composición zooplanctónica este año permanece estable respecto a años anteriores, al mantenerse dominancia en abundancia relativa y en frecuencia de ocurrencia de los grupos copépodos, quetognatos, ostrácodos, apendicularias y larvas de eufáusidos. Para los grupos principales la abundancia relativa muestra una tendencia decreciente a través del tiempo, alcanzando este año un leve incremento en sus valores, pero su bajo volumen corporal se reflejó en una drástica caída de 87% en la biomasa media (39/1.000 m³) respecto al 2008 (301/1.000 m³), constituyendo el menor volumen medido entre 1997 y 2008. Biomasa fitoplanctónica que registró mayor variabilidad en la noche y gran homogeneidad de día.



- 9.4.2** La tendencia decreciente de los eufáusidos dentro y fuera de la ZEE desde el 2003, sigue el comportamiento general del zooplancton en la zona de estudio, y que este año fue el más bajo desde 1997, puede constituir un factor explicativo de la baja presencia de jurel en el sector costero si se considera que los eufáusidos son el ítem más importante en la dieta de jurel.
- 9.4.3** Diferencias estadísticamente significativas en los niveles de abundancia relativa media fueron registradas entre los lances diurnos y nocturnos para todos los grupos dominantes (copépodos, quetognatos, ostrácodos, apendicularias y larvas de eufáusidos), prevaleciendo las mayores concentraciones durante los períodos nocturnos, mientras que el resto de los grupos identificados no mostró diferencias relevantes entre ambos períodos.
- 9.5 Alimentación**
- 9.5.1** Para jurel se confirma la importancia de los eufáusidos como ítems presa, además de los peces linterna y zooplancton gelatinoso (*Salpas*), no existiendo cambios significativos respecto a años anteriores en la zona de estudio.
- 9.5.2** En el área prospectada el jurel se presenta como un predador selectivo, con una tendencia asociada a los crustáceos (carcinófago)
- 9.6 Asociaciones**
- 9.6.1** El análisis de correlación múltiple entre densidad de jurel y el ambiente, sólo mostró correlación significativa para profundidad capa mezcla (PMC) y base



de la termoclina (PBT) ($r=0,76$; $p=0,00$), lo cual se sustentaría por la homogeneidad de las variables físicas en el sector donde se ubicó el recurso.

9.6.2 El modelamiento estadístico (GAM) entre variable ambientales y densidad jurel, estableció un modelo con las variables; longitud, latitud, profundidad capa mezcla, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, densidad de eufáusidos, larvas de eufáusidos y biomasa zooplanctónica total, que explican sobre el 50% de la variabilidad del modelo. Asimismo, para la informaci3n interpolada por Sistema de Informaci3n Georeferenciada (SIG), un modelo de 8 variables significativas bajo enfoque guasiano para la densidad de jurel, también explica un 50,5% de la variabilidad en la densidad, mientras que el ajuste de un modelo binomial de 7 variables explica un 30,7% de la probabilidad de ausencia/presencia del recurso en la zona de estudio.

9.6.3 Al comparar las inter-relaciones entre variables ambientales y densidad de jurel, se ven dos periodos, uno desde 1997-2001, donde hubo un incremento sistemático de la densidad de jurel dentro de las primeras 200 mn, entonces la distribuci3n de jurel está asociada con aguas ASAA y subsuperficialmente AESS, donde existe una alta salinidad y baja concentraci3n de oxígeno. En el segundo periodo 2002-2009, el jurel se encuentra distribuido en sectores más oceánicos, asociado con aguas oxigenadas ($6-7 \text{ ml L}^{-1}$), de menor temperatura (11 y 13°C), alta salinidad (34 psu) y bajo nivel de clorofila y concentraci3n de eufáusidos.



10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amundsen, P, H. Gabler and F. Staldvik. 1996. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data-modification of the Costello (1990) method. *J. Fish Biol.*, 48: 608-614.

Arancibia H, L Miranda, S. Núñez, G. Vasquez y E Yañez. 1995. Determinaciones de las relaciones tróficas em el recurso jurel. En: Arancibia H. L. Vilugrón y D. Arcos (Eds) Estudio biológico pesquero sobre el recurso jurel en la zona centro sur, V a IX Regiones, Informe Final, Proyecto FIP 018-93. Organismo ejecutor Instituto de Investigaciones Pesqueras VIII Región S.A.

Arancibia H y S. Neira. 2002. Does ENSO Induce Changes in Recruitment of Horse Mackerel (*Trachurus symmetricus*) and in the long-term Trend of the Trophic Level of Fishery Landings in Central Chile. *Investig. mar.*, vol.30, no.1, supl, p.179-181.

Arcos, D. F. 1975. Copépodos Calanoídeos de la Bahía de Concepción, Chile. Conocimiento sistemático y variación estacional. *Gayana Zool.* 32:1 - 31.

Arcos, D., L. A. Cubillos & P. Nuñez 2001. The jack mackerel fishery and El Niño 1997-1998 effects off Chile. *Progress in Oceanography*, Vol 49:597-617.

Barbieri, M. A. 1981. Variabilité desdonnes acoustiques utilicées dans l' evaluation des bomasses halieutiques par echo-Integration. Thesis doctorat 3eme cycle. Univ. Bretgne Occidentale, Brest (Francia), 197 pp.



- Barbieri, M. A., J. Córdova, 1986.** Estudio de la variabilidad de los datos acústicos obtenidos en cruceros hidroacústicos. La Pesca en Chile. Escuela de Ciencias del Mar UCV; Arana P. (ed): 249-258 p
- Barbieri, M. A., J. Córdova, S. Lillo, J. Castillo, G. Bohm, J. L. Blanco, E. Yáñez, V. Catasti, H. Robotham, H Arancibia, O. Guzmán y F. Gerlotto. 1996.** Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la zona centro-sur (fase crucero metodológico).Informe de final al FIP 95-07. IFOP, Chile. 52 p + anexos y figs.
- Barnes, R. 1986.** Zoología de los invertebrados. México, D.F., Interamericana. 1.157 p.
- Boltovskoy, 1981.** Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación especial del INIDEP, Mar del Plata, Argentina.
- Bougis 1974, P. 1974.** Ecologie du plancton marin. II. Le zooplancton. 200 p.
- Brandhorst, W. 1971.** Condiciones oceanográficas estivales frente a la costa de Chile. Rev. Biol. Mar., Valparaíso. 14(3):45-84.
- Canales, C. R. Serra, C Martínez, A. Aranís, L. Caballero, J. Cordova, J Quiroz, M Canales, V Bocic, A Sepúlveda, C Gatica, S Nuñez, M Aguayo, J Giacaman, M Arteaga, R Alarcón y C Gonzáles. 2009.** Revisión de metodologías de evaluación del jurel a nivel subregional. Informe Final. FIP N° 2007-23. Instituto de Fomento Pesquero e Instituto de Investigación Octava Región S.A. 162 pag +figuras, tablas y anexos.



- Castillo, J., M. A. Barbieri, A. Paillamán y U. Parker. 1995.** Evaluación hidroacústica de los recursos anchoveta, jurel y sardina española de las regiones I a IV. Informe Proyecto al FIP. IFOP, Chile, 152 p. tablas, fig + anexos.
- Castillo, J., A. Saavedra, P. Galvez, S. Núñez, J.Ortiz, P.Torres, F. Vejar, E. Molina, F. Cerna y A. López 2005.** Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2004. En: Informe Final Proyecto FIP 2004-05. 190 pp + Figuras y Anexos
- Chambers, J.M., Hastie, T.J. (Eds.), 1992.** Statistical Models in S. Wadworth & Brooks/Cole Advanced Book and Software. Pacific Grove, CA, 608 pp
- Chirichigno, N. 1974.** Clave para identificar los peces marinos del Perú. Inf. Inst. Mar Perú (Callao), 44: 387 pp.
- Cleveland, W.S.- Grosse, E., Shyu, W.M., 1992.** Local regression models. In: Chambers, J.M., Hastie, T.J. (Eds.), Statistical Models in S. Wadworth & Brooks/Cole Advanced Book and Software. Pacific Grove, CA, 608 pp.
- Córdova, J., M. A. Barbieri, A. Paillamán, H. Robotham y M Rojas. 1995.** Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica de jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (219p).
- Córdova, J, M. A. Barbieri, H. Miranda, M. Espejo, M. Rojas. 1998.** Evaluación hidroacústica del recurso jurel entre la V y X Regiones. Informe Final FIP N° 96-13. 162 pp + figuras y anexos.



- Córdova, J, M. A. Barbieri, H. Miranda, M. Espejo, M. Rojas.** 1999. Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la ZEE de Chile. Informe Final FIP N° 98-11. 200 pp + figuras y anexos.
- Córdova, J, M. A. Barbieri, H. Miranda, M. Espejo, M. Rojas.** 2000. Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la ZEE de Chile. Informe Final FIP N° 99-03. 201 pp + figuras y anexos.
- Córdova, J, M. A. Barbieri, M. Espejo.** 2001. Evaluación hidroacústica de jurel en la ZEE de Chile, año 2000. Informe Final FIP 2000-03. 221 pp + figuras y anexos.
- Córdova, J, M. A. Barbieri, M. Espejo.** 2002. Evaluación hidroacústica de jurel en la ZEE, en marzo 2001. Informe Final FIP N° 2001-02. 204 pp + figuras y anexos.
- Córdova, J, M. A. Barbieri, M. Espejo.** 2003. Evaluación hidroacústica de jurel en la ZEE, año 2002. Informe Final FIP N° 2002-02. 198 pp + figuras y anexos.
- Córdova, J, M. A. Barbieri, M. Espejo.** 2004. Evaluación hidroacústica del recurso jurel entre la V y X Regiones, año 2003. Informe Final FIP N° 2003-02. 198 pp + figuras y anexos.
- Córdova, J, M. A. Barbieri, M. Espejo** 2005. Evaluación hidroacústica del recurso jurel entre la V y X Regiones, invierno año 2004. Informe Final FIP N° 2004-06. 196 pp + figuras y anexos.



- Córdova, J, M. A. Barbieri, C. Lang,** 2006. Investigación Evaluación directa de jurel V y X Regiones, año 2005. Informe Final BIP N° 30033968-0. 129 pp + figuras y anexos.
- Córdova, J, C Hernandez, V. Correa.** 2006. Evaluación hidroacústica del recurso jurel entre la V y X Region, verano, año 2005. Informe Final FIP N° 2006-02. 175 + figuras y anexos.
- Córdova, J, C. Lang** 2007. Investigación Evaluación hidroacústica jurel V-X, 2006. Informe Final BIP N° 30043859-0. 125 pp + figuras y anexos.
- Córdova, J, F. Leiva, C Hernandez,** 2008. Evaluación hidroacústica del recurso jurel entre la V y X Regiones, año 2007. Informe Final FIP N° 2007-07. 173 + figuras y anexos.
- Córdova, J, C Lang, C Hernandez,.** 2009. Evaluación hidroacústica de jurel entre la V y X Regiones, año 2008. Informe Final FIP N° 2008-05. 223 + figuras y anexos.
- Cortés E. 1987.** A critical review of methods of studying fish feeding base don analysis os stomach contents: application to elasmobranch fishes. Can. J. Fish. Aquet. Saci., 54:726-738.
- D'Amours, D.D. 1993.** The distribution of cod (*Gadus morhua*) in relation to temperatura and oxygen level in the Gulf of St. Lawrence. Fisheries Oceanography, 2:1,24-29.



- Dobson, A. 2002.** “An Introduction to Generalized Linear Models 2nd Edition”
Chapman and Hall, London
- Eastman, J.R. 1995.** IDRISI for Windows. User’LS Guide Version 1.0. Clark
University Labs for Cartographic Technology and Geographic Analysis.
239p.
- Evseenko, S. A. 1987.** Reproducción de jurel del Perú *Trachurus symmetricus
murphyi* (Nichols) en el Pacífico Sur. Voprosy Ichthyologii, 27(2):264-273.
- Figueroa, D., M. Sobarzo, L. Soto y P. Davila, 1995.** Oceanografía física. En:
Informe final proyecto “Evaluación Hidroacústica de jurel en la zona
centro-sir, V a IX regiones. FIP, 221p.
- Foote, K. 1986.** Mantaining precision calibrations with optimal cooper spheres.
Journal of the Acoustical Society of America
- Foote, K. and J. Rivoirard 1992.** Geostastical analysis of acoustic survey dat on =
group herring in Fjord. IVES. C. M. 1992/ D: 10. 14 p.
- Francis R.I.C.C. 1984.** Variability in hidroacoustic biomass estimate (comment). Can.
J. Fish. Aquat. Sci. 41: 825-826.
- Frontier, S. 1980.** Zooplancton de la región de Nosy-Bé I)Programa des recoltes et
techniques d'etude. II) Plancton de surface aux stations 5 et 10.Cah
Orstom (océanogr.), 4(3):3-37.



- Griffiths, F. B., G. H. Brown, D. D. Ried y R. R. Parker. 1984.** Estimation of sample zooplankton abundance from Folsom splitter sub-samples. J.Plank. Res., 6(5) 721-731.
- Guzm3n, O., J. Castillo, S. Lillo, P. Pineda, L. Rodr3guez e I. Giakoni. 1983.** Estudio de recursos pel3gicos. Programa Monitoreo de los Recursos Pel3gicos I. Prospecci3n zona Arica-Coquimbo (18°30'- 30°00'LS). Corporaci3n de Fomento de la Producci3n (AP 83-82). Inst. Fom. Pesq., Santiago, Chile.
- Hansen, R., W. Madow and W. Huwitz. 1953.** Sample survey methods and theory. Volume I and II. Methods and applications: John Wiley and Sons, INC.
- Hastie T. y R. Tibshirani. 1990.** Generalized Additive Models. Chapman and Hall, London.335p
- Hulley, P. A. 1984.** Mictophidae. In Fishes of the North-Eastern. Atlantic and the Mediterranean. Vol 1
- Hynes H. 1950.** The food of freshwater stickleback (*Gasterosteus aculeatus*. Fish. Bull. 69.(2):267-271 p..,
- Jones, J. B. 1990.** Jack mackerel (*Trachurus* spp.) in New Zealand waters. N. Z. Fish. Tech. Rep. 23: 28 pp.
- Kara, A.B., P.A. Rochford & H.E. Hulburt. 2000.** An optimal definition for ocean mixed layer depth. J. Geophys. Res., 105(C7):16803-16821.



Kawahara, S., J. Uozum Y h: Jamada. 1988. First record of a carangid fish. *Trachurus murphyi*, from New Zeland Waters. Jap. J. Ichthyol. 35 (2):21-214

Kong, I. y R. Meléndez. 1991. Estudio taxonómico y sistemático de la ictiofauna de aguas profundas capturadas entre Arica e Isla Mocha (18°30'-38°23' LS). Estudios Oceanológicos 10:1-81.

Krefst, G. 1984. Nodosudidae. Pag 421-425

Lamilla, J. 1986. *Bathyraja albomaculata* (Norman, 1937): Primer registro para las costas de Chile (Chondrichthyes, Rajidae). Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, Chile. Tomo 57:177-182.

Lillo, S y A. Paillaman. 1995. Evaluación directa de merluza común. En .Evaluación hidroacústica de la merluza común. Sección 1. En: Evaluación hidroacústica del stock de merluza común explotado en la zona centro sur. Informe final. FIP-IFOP.

Ludwig, J. & J. Reynolds. 1988. Stastical Ecology. A primer on methods and computing. Wiley & Sons. NY. 329 p.

MacLennan, D. and J. Simmonds. 1992. Fisheries acoustics. Chapman Hall, London: 325 pp.

McCullagh, P., Nelder, J.A., 1989. Generalized Linear Models. Chapman & London, 394 pp.



- Maravelias C.D., Reid D.G., Simmonds E.J., Haralabous J. (1996).** Spatial analysis and mapping of acoustic-survey data in the presence of high local variability: geostatistical application to the North Sea herring (*Clupea harengus*). *Canadian Journal of Fisheries Aquatic Sciences* **53**:1497–1505.
- Maynou FX, Sardà F, Conan GY. 1998.** Assessment of the spatial structure and biomass evaluation of *Nephrops norvegicus* (L.) populations in the northwestern Mediterranean by geostatistic. *ICES J Mar Sci* 55:102–120
- Meléndez, R. y D. Meneses. 1989.** Tiburones del talud continental recolectados entre Arica (18°19'LS) e Isla Mocha (38°30'LS), Chile. *Investigaciones Marinas, Valparaíso*, 17:3-73.
- Microimages. 1997.** TNTmips- The map & Image Processing system. Millero, F. y A. Poisson. 1981. International one atmosphere equation of state for seawater. *Deep Sea Res.* 28A: 625 - 629.
- Millero, F. y A. Poisson. 1981.** International one atmosphere equation of state for seawater. *Deep Sea Res.* 28A: 625 - 629.
- Miranda, L. C. Cuevas y H Rebolledo. 1998.** Capitulo: Trofodinámica. En: Proyecto FIP 96-13. Evaluación hidroacústica del recurso jurel en las regiones V a IX. 161 pp +anexos.
- Newell, G.E. y R.C. Newell. 1966.** Marine plankton a practical guide. Hutchinson Educational, University of London. 221 pp.



- NODC. 1991.** National oceanographic data center, user guide. En: Key to oceanographic records documentation N°14 NOAA.
- Núñez, S. & J. Ortiz. 1999.** Informe Final. Capítulo: Oceanografía física y química. *En:* Proyecto FIP 98-11 Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la ZEE de Chile. 200 pp + Anexos.
- Núñez, S., J. Ortiz & P. Torres. 2001.** Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto FIP 2000-03 Evaluación hidroacústica del jurel en la ZEE de Chile, Año 2000.
- Núñez, S., J. Ortiz & P. Torres. 2002.** Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto FIP 2001-02 Evaluación hidroacústica del jurel en la ZEE de Chile, Año 2001.
- Núñez, S., J. Ortiz & P. Torres. 2003.** Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto FIP 2002-02 Evaluación hidroacústica del jurel en la ZEE de Chile, Año 2002.
- Núñez, S., J. Ortiz & P. Torres y F Vejar. 2004.** Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto FIP 2004-06 Evaluación hidroacústica del jurel del recurso entre la V y X Regiones, Año 2004.
- Núñez, S., J. Ortiz & P. Torres y F Vejar. 2005.** Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto BIP N° 30033968-0. Evaluación Directa de jurel V y X Regiones, 2005.



- Núñez, S., J. Ortiz & P. Torres y F Vejar. 2006.** Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto BIP N° 30043859-0. Investigación Evaluación hidroacústica jurel V y X, 2006.
- Núñez, S., E. Navarro & S. Vásquez. 2007.** Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto Evaluación hidroacústica del recurso jurel entre la V y X Regiones, invierno Año 2007.
- Ojeda, P. y S. Avilés. 1987.** Peces oceánicos chilenos. Islas Oceánicas Chilenas. Conocimiento Científico y Necesidades de Investigaciones. J.C. Castilla (Ed.) 1987. Ediciones Universidad Católica de Chile: 247-270.
- Ott, L. R. Larson, and W. Mendenhall. 1983.** Statistics: a tool for the social sciences. Duxbury Press, Boston Mass, 494 pp.
- Palma, S. y K. Kaiser. 1993.** Plancton marino de aguas chilenas. Ediciones universitarias de Valparaíso. Universidad Católica de Valparaíso, Chile. 151 pp.
- Parsons, T. R., Y. Maita y C. M. Lalli. 1984.** A Manual of chemical and biological methods for seawater analysis 172 pp. Pergamon Press.
- Pennington, M. 1983.** Efficient estimators of abundance for fish and plankton surveys, *Biometrics* 39: 281-286.
- Pequeño, G. 1971.** Sinopsis de Macrouriformes de Chile. *Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile*, 32: 269-298.



Pequeño, G. y E. D'Ottone. 1987. Diferenciación taxonómica de los lenguados comunes de Valdivia, Chile (Osteichthyes, Bothidae). *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, 23(1):107-137.

Perry, R. & S. Smith. 1994. Identifying habitat associations of marine fishes using survey data: An application to the Northwest Atlantic. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 51:589-602.

Perry, R., M. Stocker & J. Fargo. 1994. Environmental effects on the distribution of groundfish in Hecate Strait, British Columbia. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 51:1401-1409.

Petitgas, P. 1991. Contributions géostatistiques a la biologie des peche maritimes. These de doctorat., Centre de Géostatistique, Fontainebleau, 211 p

Petitgas, P. 1993. Geostatistics for fish stock assessment: a review and on acoustic applications. *ICES J. mar. Sci.*, 50: 285 - 298.

Petitgas, P. and A. Prampart. 1993. EVA (Estimation variance) Logiciel de géostatistique pour IBM-PC effectuant l'analyse structurale et les calculs de variance d'estimation es quantites totales pour des donnees géographiquement correlees. *ICES C.M.* 1993/D:65.

Pinkas L., M. S. Olphan y L. K. Iverson. 1997. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California Waters. *Fish. Bull. Calif.* 152: 105 pp



- Postel, L., H. Fock and W. Hagen. 2000.** Biomass and abundance. In: Zooplankton methodology manual. Ed: R.P. Harris, P.H. Wiebe, J. Lenz, H.R. Skjoldal and M. Huntley. ICES.
- Quiñonez, R. R. sera, S. Nuñez, H. Arancibia, J. Córdova y F. Bustos. 1997.** Relación espacial entre el jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) y sus presas en el centro sur de Chile. En: Tarifeño (ed) 1997. Gestión de Sistemas Oceanográficos del Pacífico Oriental. Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO, IOC/INF_1046. 432 pp; páhs 18-202.
- Retamal, M.A. 1981.** Catálogo ilustrado de los crustáceos decápodos de Chile. Gayana (Zoología), N° 44, 110 págs.
- Robles, F. 1976.** Descripción general de las condiciones oceanográficas en aguas chilenas. Instituto de Fomento Pesquero, 103 p.
- Robotham, H y J.Castillo. 1990.** The bootstrap methods: An alternative for estimating confidence intervals of resources surveyed by hydroacoustic techniques. Rapp. P.-V. Cons. Int. Explor. Mer. 189:421-424.
- Rojas, R. & N. Silva. 1996.** Atlas Oceanográfico de Chile. Vol. 1. Primera Edición. Servicio Hidrográfico de la Armada de Chile. 130 p.
- Saavedra, J.C., H. Miranda & Z. Young. 2003.** “Métodos de Comparación de Distribuciones de Frecuencia de Tallas y Edades”. Documento Técnico. Comisión Estadística. Instituto Fomento Pesquero. 10 p.



Saiz, F. 1980. Experiencias en el uso de criterios de similitud en el estudio de comunidades. Arch. Biol. Med. Exp., 13: 387-402.

Sernapesca. Anuario Estadístico de Pesca disponible en: [www.sernapesca .cl](http://www.sernapesca.cl).

Serra R., C. Canales, P. Barría, J. Córdova y A. Aranís. 2001. Investigación y captura Total Permissible Jurel, 2001. Proyecto IFOP – SUBPESCA. Informe final 61p+ Anexos.

Serra, R. 1991. Important life history aspects of the Chilean jack mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi*. Invest. Pesq. (Chile), 36: 67-83.

Shotton R. and G.P. Bazigos. 1984. Techniques and considerations in the design of acoustic survey. Rapp.P.V. Reun. Cns. Int. Explor. Mer. 184: 34 -57.

Simmonds, E, y D. MacLennan. J. 2005. Fish and Fisheries Series, 5: Fisheries acoustics. Chapman and Hall, London. 438 pp.

Simmonds, J., N. Williamson, F. Gerlotto y A. Aglen. 1992. Survey design and analysis procedures: A comprehensive review of good practices. ICES C.M. 1991, 113 p.

Simmonds E. John, N. Williamson, F. Gerlotto y A. Aglen. 1991. Survey design and analysis procedures: a comprehensive review of good practice. ICES C.M. 1991, 113 p. (figures)



Simmonds E. John, I. B. Petrie and F. Armstrong. 1984. An automated system for echo sounder calibration using a computer controlled three wire suspension for standard targets ICES CM 1984/B:33(Mimeo)

SIMRAD, 2003. SIMRAD ER-60 Scientific echo sounder application. Operator manual. 165 p.

Silva, N. & H. Konow. 1975. Contribuci3n al conocimiento de las masas de agua en el Pacífico Suroriental. Expedici3n Krill. Crucero 3-4. Julio-Agosto, 1974. Rev. Com. Perm. Pacífico Sur. Ciencia y Derecho del Mar 3:63-75.

Silva, N. & H. Sievers. 1981. Masas de agua y circulaci3n en la regi3n de la rama costera de la Corriente de Humboldt. Latitudes 18°LS y 33°LS (operaci3n oceanográfica Mar Chile X – ERFEN I). Cienc. Y Tec. Del Mar. CONA, 5:5-50.

Silva, N. 1982. Masas de agua y circulaci3n en la regi3n norte de Chile, Latitudes 18-32°LS (operaci3n oceanográfica Mar Chile XI – ERFEN II). Cienc. y Tec. del Mar, CONA 7:47-84.

Smith, P. E. y S. L. Richardson. 1979. Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos.FAO.Doc.Téc.Pesca (175):107 p.

Sneath, P. Y R. Sokal. 1973. Numerical taxonimy . The principles and practice of numerical classification. W. H. Freeman, San Francisco. 573 pp



- Soutward, G. E. 1976.** Sampling landings of halibut for age composition Int. Pac. Halibut Comm. Sci. Rep. 58, 31 p.
- Strub, P.T., J.M. Mesías, V. Montecino, J. Rutland & S.Salinas. 1998.** Coastal ocean circulation off western South America. In: The Sea A.R. Robinson & K.H. Brink (eds). Vol. 11, p: 273-313.
- Thompson, S, K. 1992.** Sampling. A wiley interscience publication, John Wiley & Sons. INC. New York, 343 p.
- UNESCO. 1981a.** The practical salinity scale 1978 and the international Equation of State of Seawater 1980. Unesco Tech. Papers in Mar Sci. N°36.
- UNESCO. 1981b.** Background paper and supporting data on the practical salinity scale 1978. Unesco Tech. Papers in Mar Sci. N°37.
- Ursin, E. 1973.** On the prey preference of cod and dab. Medd. Danm. Fisk. Havunders. N.S. 7:85-98
- Vidal, J. 1968.** Copépodos Calanoídoes epipelágicos de la expedición Marchile II, Gayana Zool., 15:1 - 98.
- Wolter, K. M. 1985.** Introduction to Variance Estimation xii, 428 pp.
- Zar, J. 1984.** Biostatistical analysis. Second edition. Prentice- Hall Inc.. New Jersey. 718 p.
- Zhang, M. X. Zou and Y. Zhou 2008.** Report of data collection on jack mackerel in South-East Pacific. Chilean Jack Mackerel Workshop. Subsecretaría de Pesca. Stgo. Chile.

FIGURAS

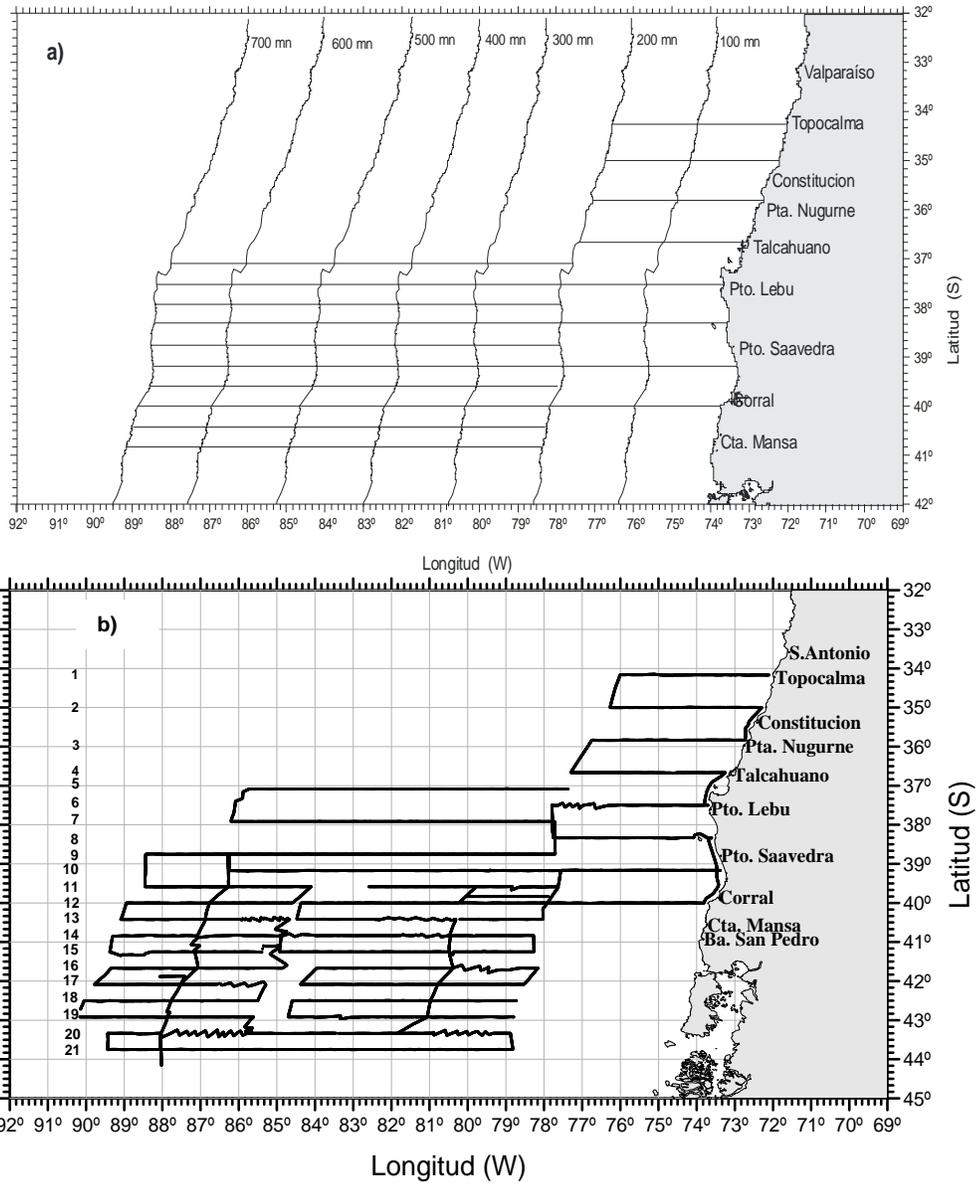


Figura 1. Distribuci3n de transectas en la zona de estudio: a) propuesta t3cnica y b) crucero de evaluaci3n 2009.

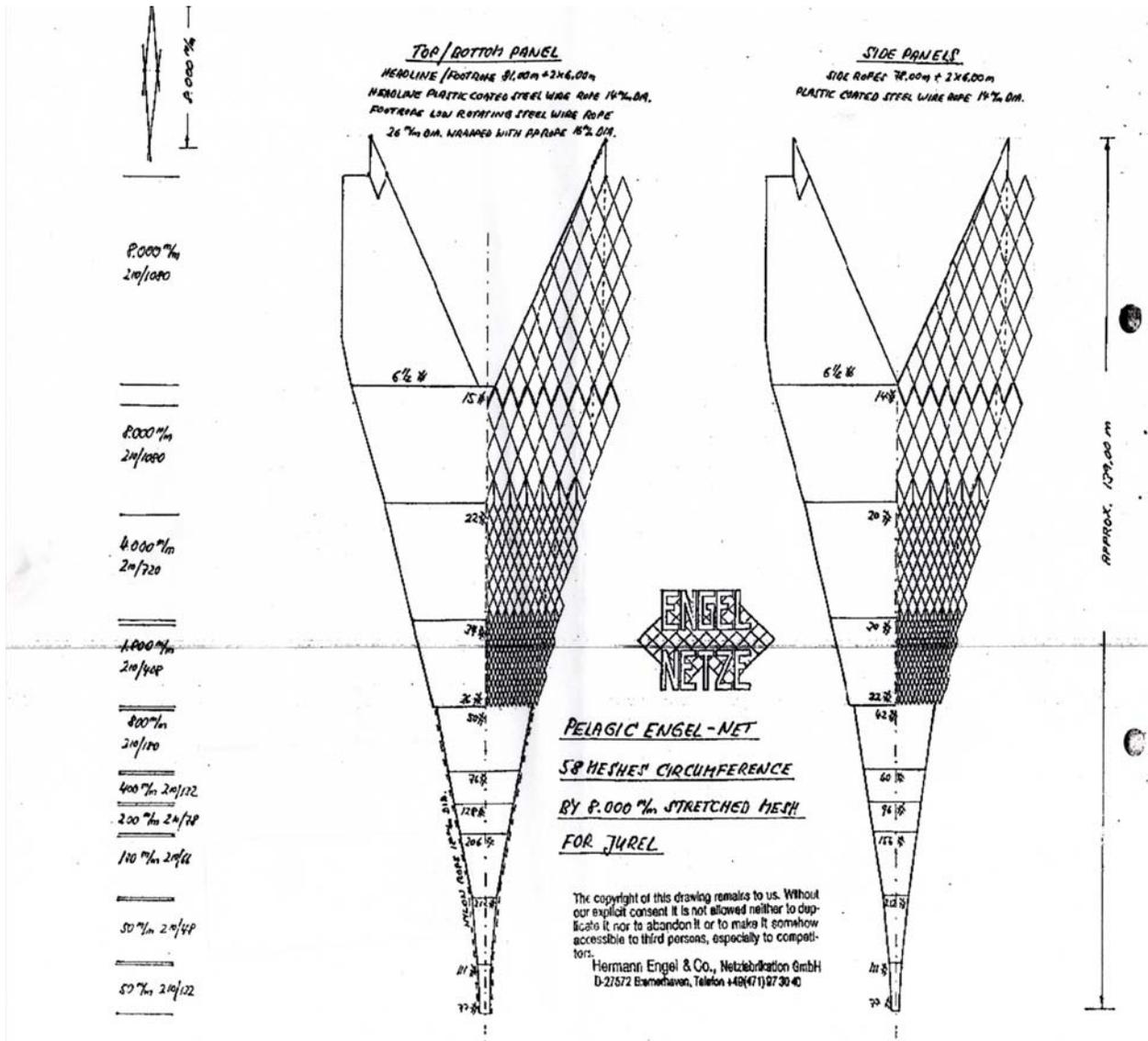


Figura 2. Red de arrastre mediagua utilizada en la evaluaci3n 2009 (B/C Abate Molina, Terranova y Biomar III).

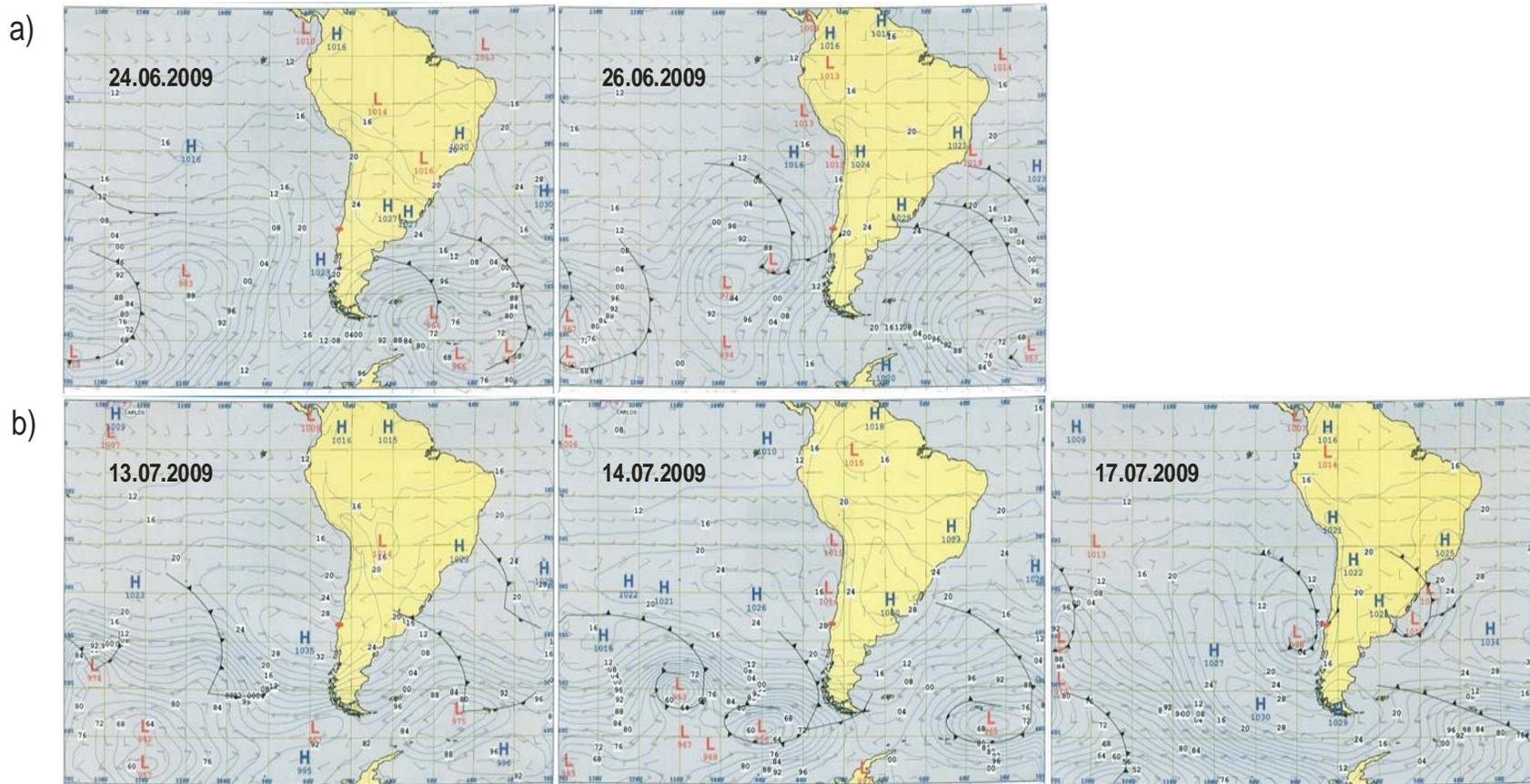


Figura 3. Cartas meteorol3gicas 2009. a) generaci3n de centros de baja (low) y b) tr3nsito de centros de baja.



B/C "Abate Molina



Pesqueros



Figura 4. Equipos acústicos utilizados por las embarcaciones en el crucero de evaluaci3n 2009.

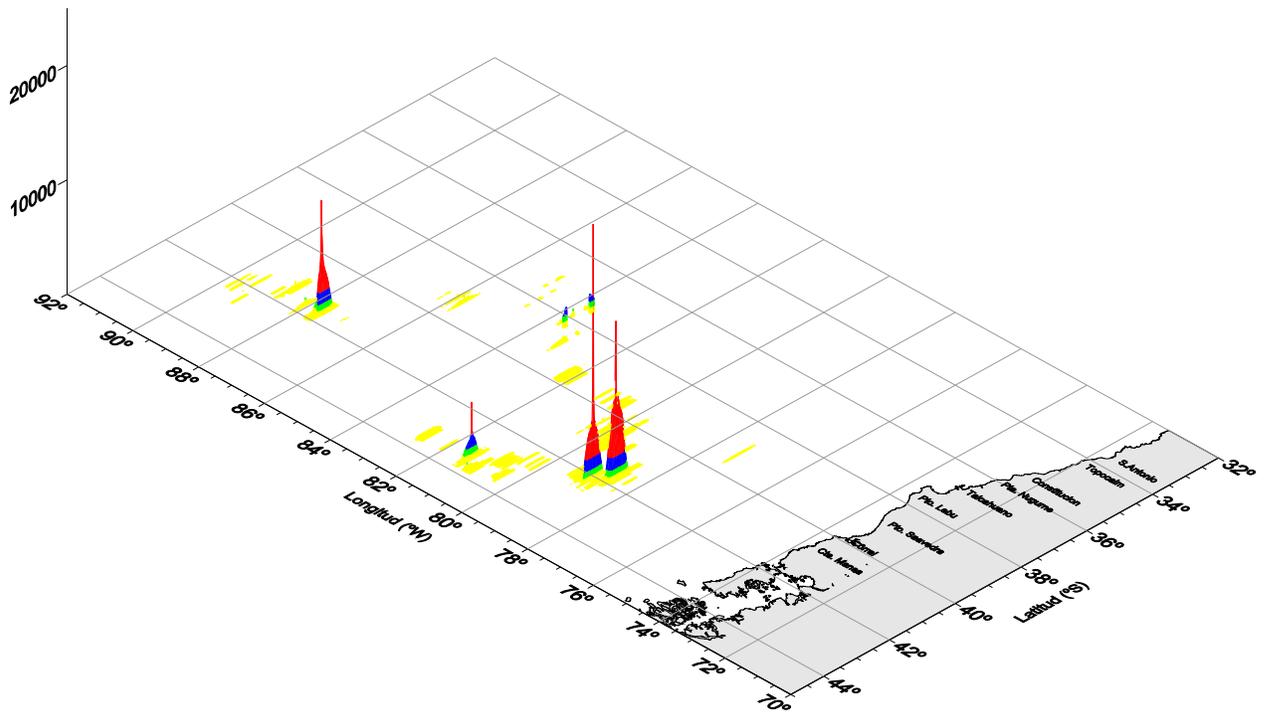
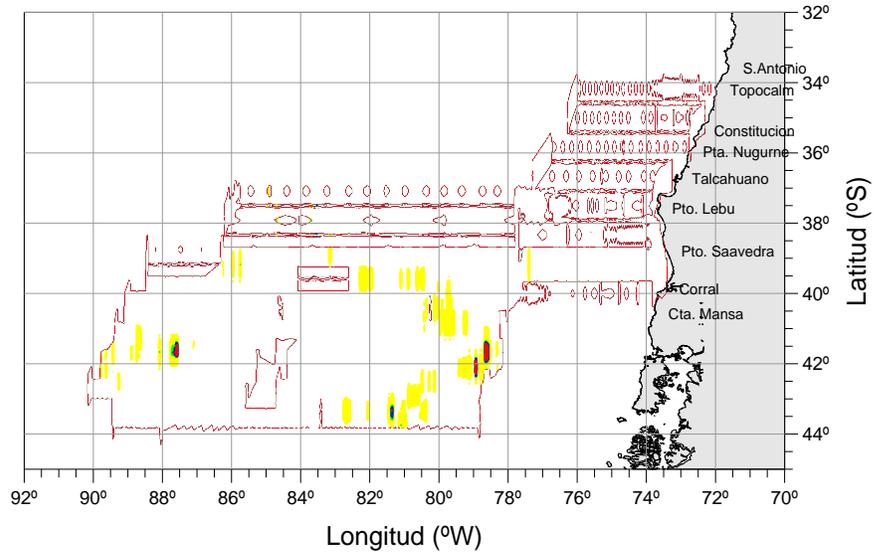


Figura 5. Distribución espacial de la densidad acústica de jurel en la zona de estudio, crucero 2009.

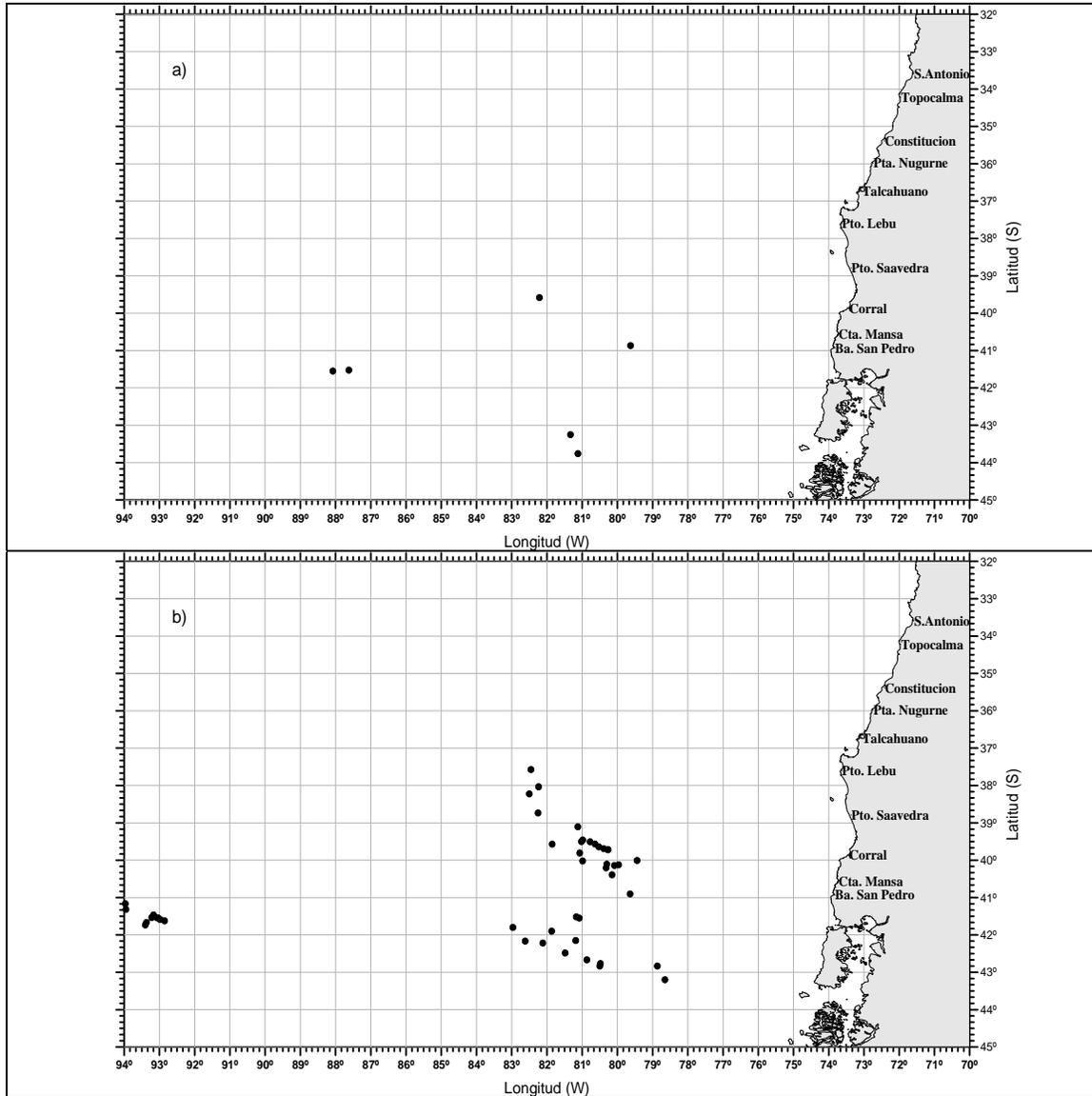


Figura 6. Distribuci3n de lances de pesca; a) crucero evaluaci3n y b) flota de cerco. 2009. Fuente: IFOP.

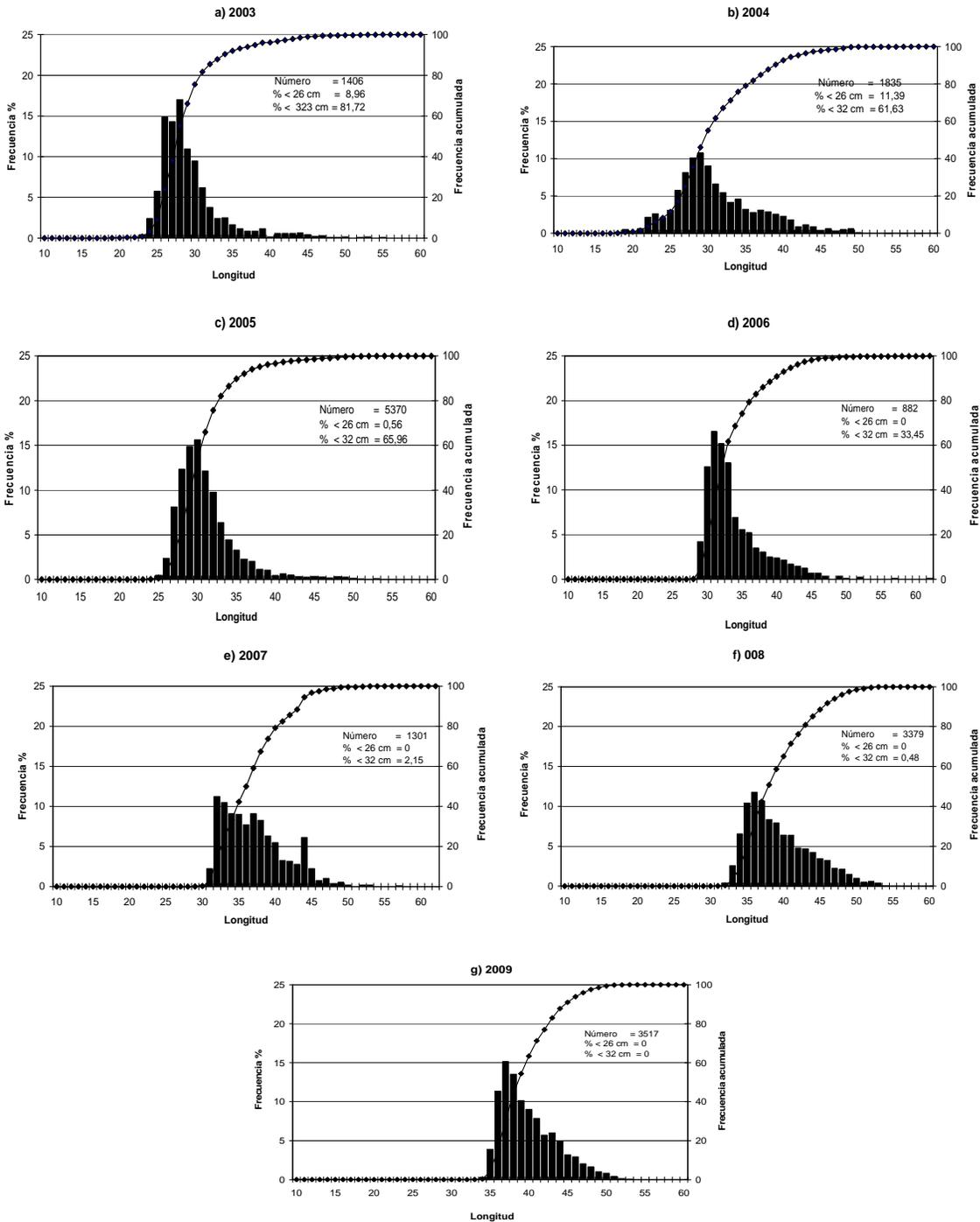


Figura 7. Distribución de tallas de jurel sobre 200 mn años: a) 2003; b) 2004, c) 2005, d) 2006, e) 2007 f) 2008 y g) 2009.

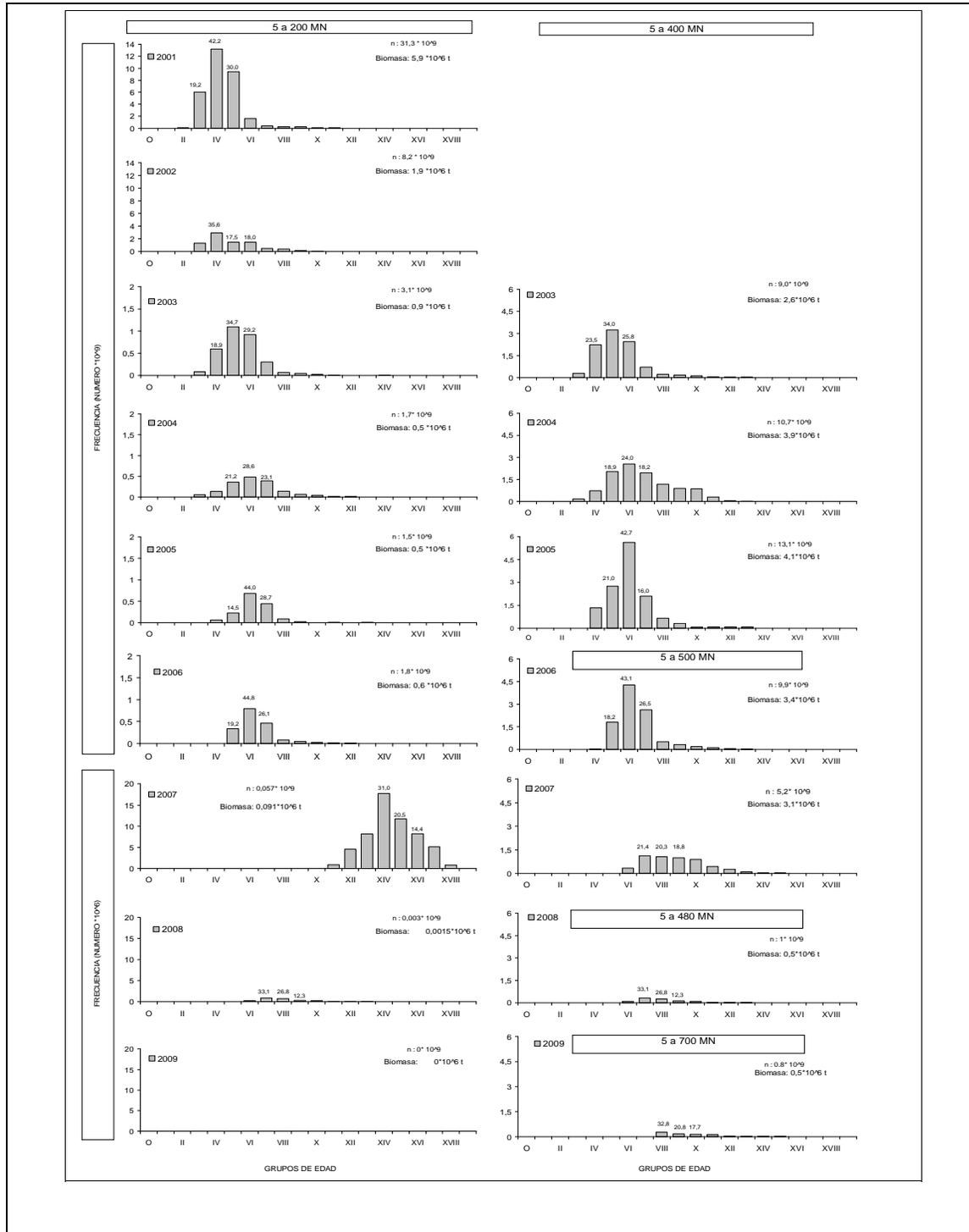


Figura 8. Abundancia por grupos de edad 2001-2009

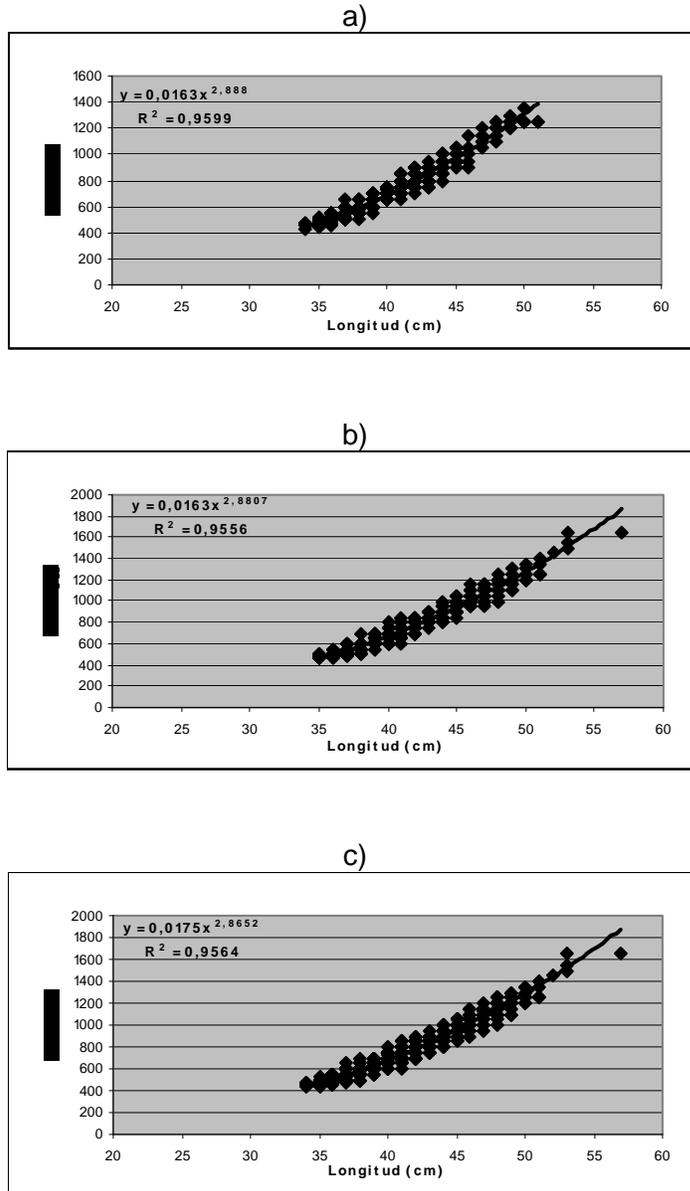


Figura 9. Relaci3n longitud peso a) hembras, b) machos y c) total

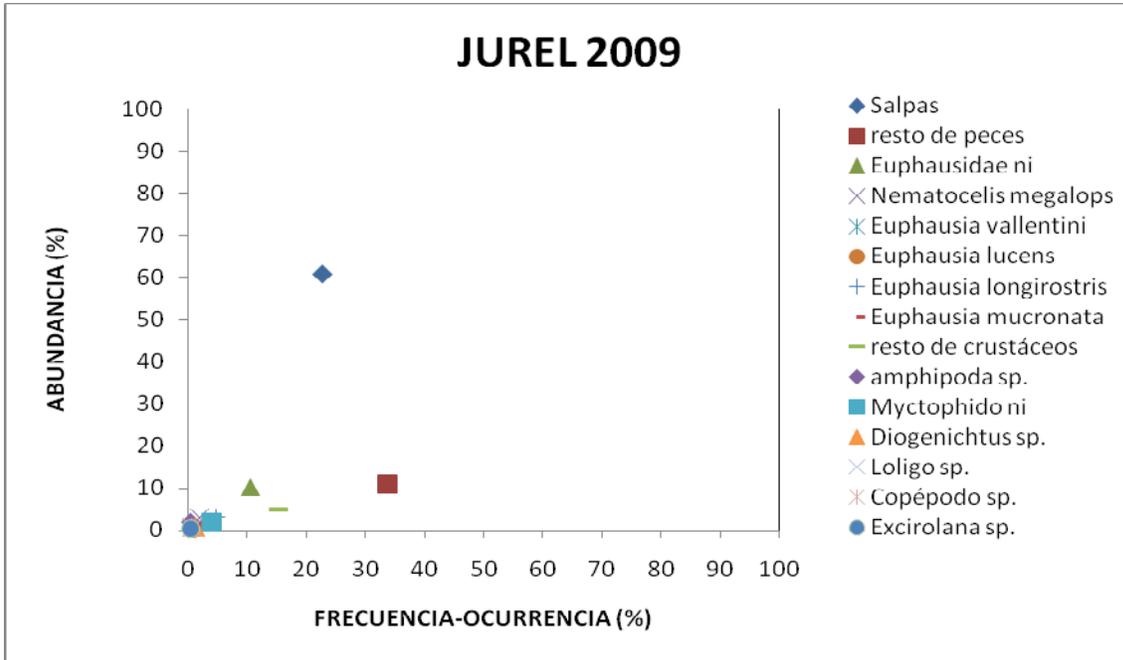


Figura 10.- Representaci3n de las estrategias alimentarias para jurel en el 1rea de estudio (2009), seg3n el m3todo gr1fico de Amundsen *et al.* (1996).

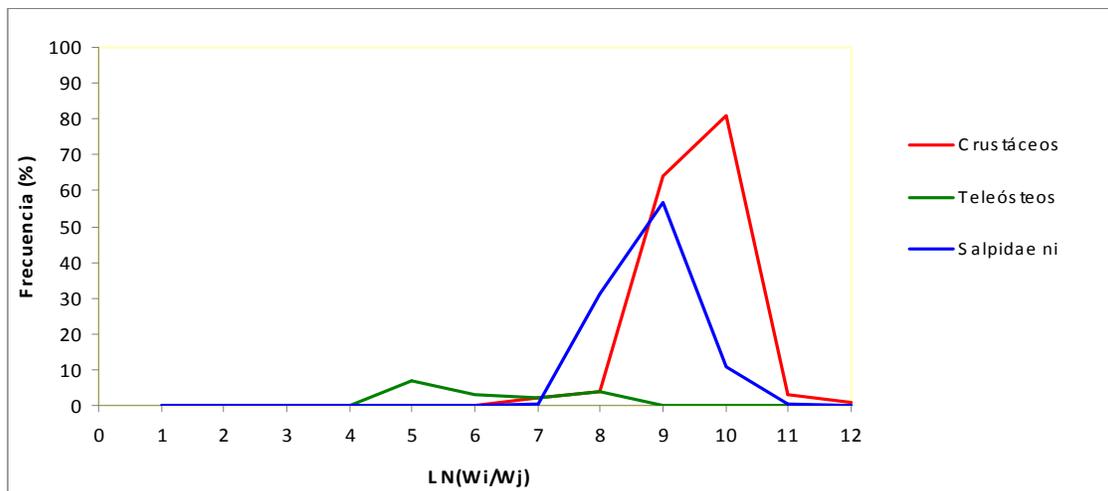


Figura 11. Distribuci3n de frecuencias del 3ndice de selectividad de Ursin de las principales presas de jurel agrupadas en Clases.

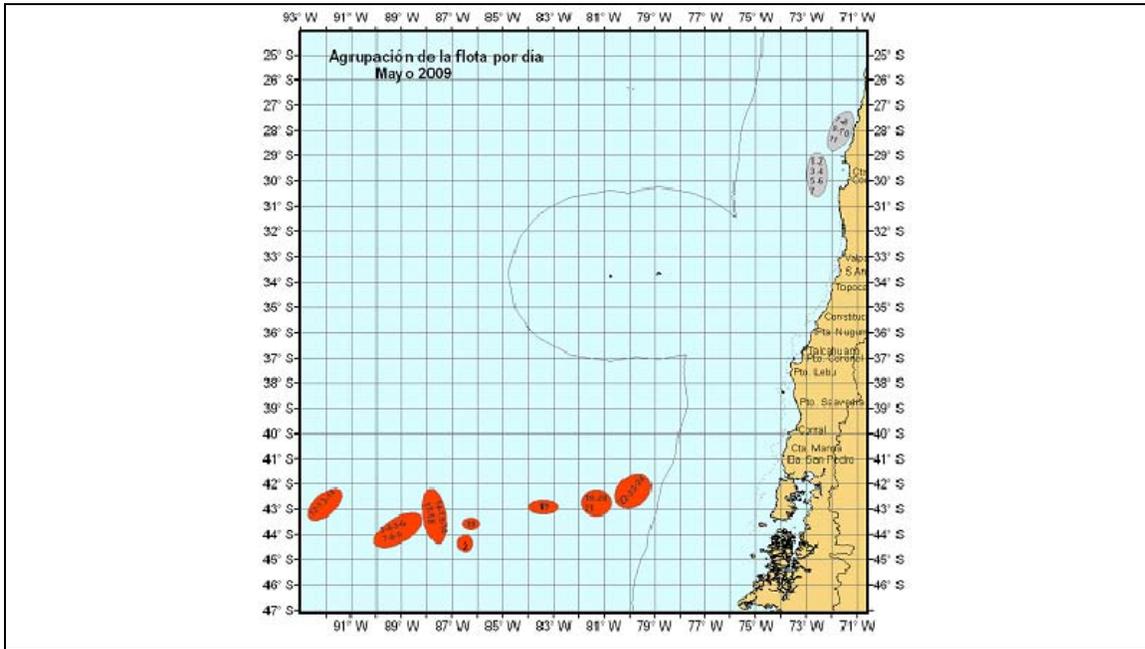


Figura 12. Zonas de pesca de la flota de cerco VIII Región durante mayo del 2009. Fuente: INPESCA.

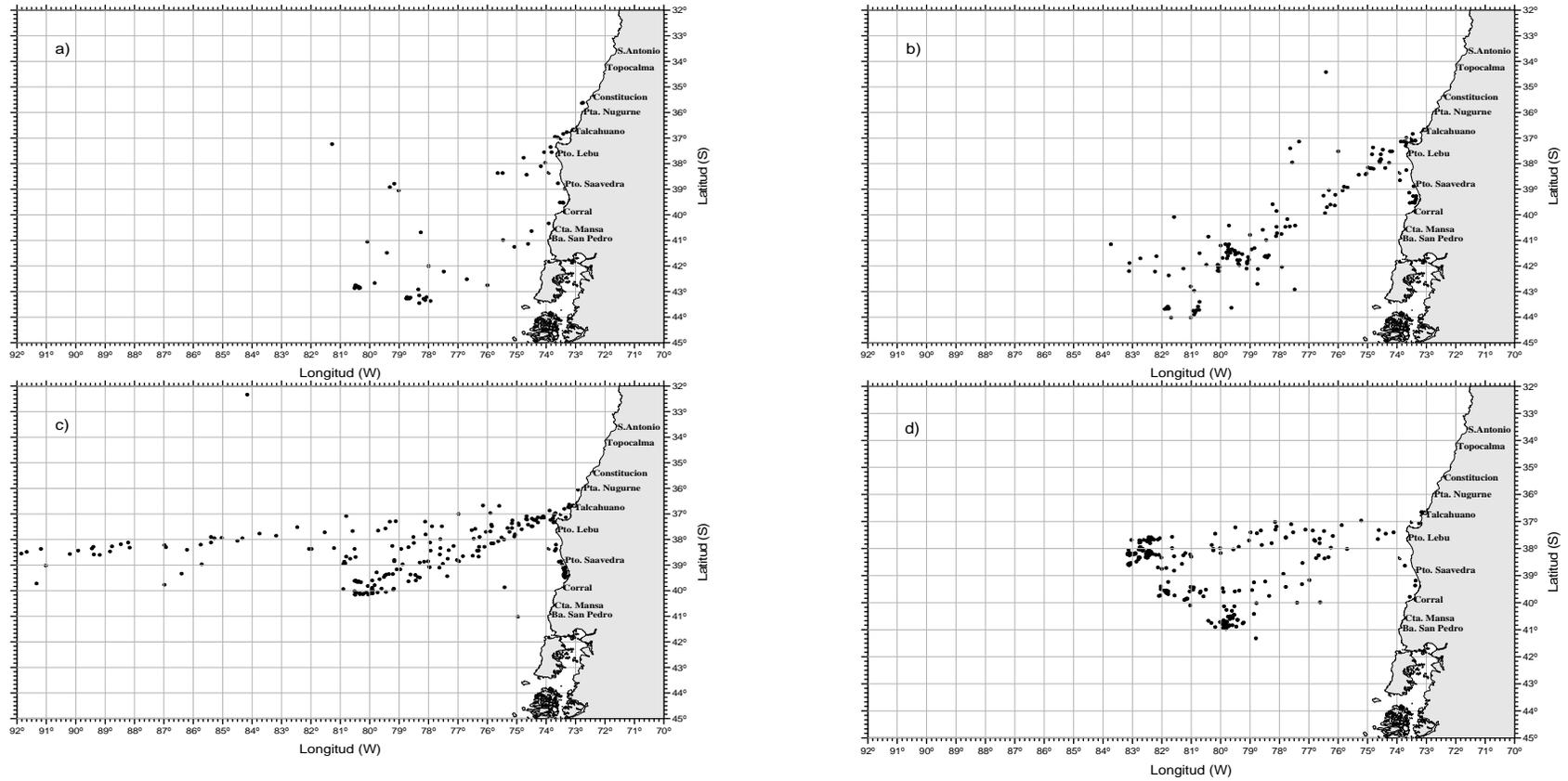


Figura 13. Zonas de pesca de la flota de cerco VIII Regi3n 2009. a) 1-15 junio b) 16-30 de junio c) 1-15 de julio y d) 16-29 de julio. Fuente: IFOP.

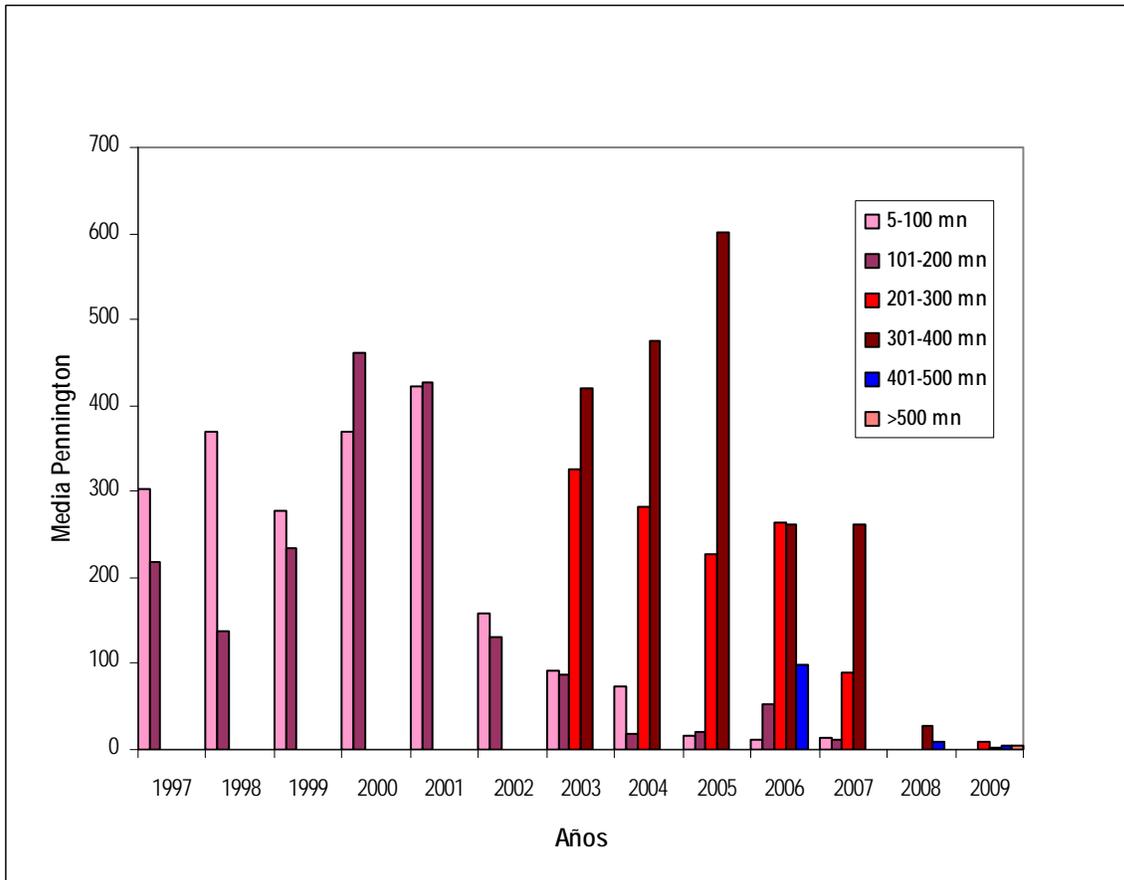
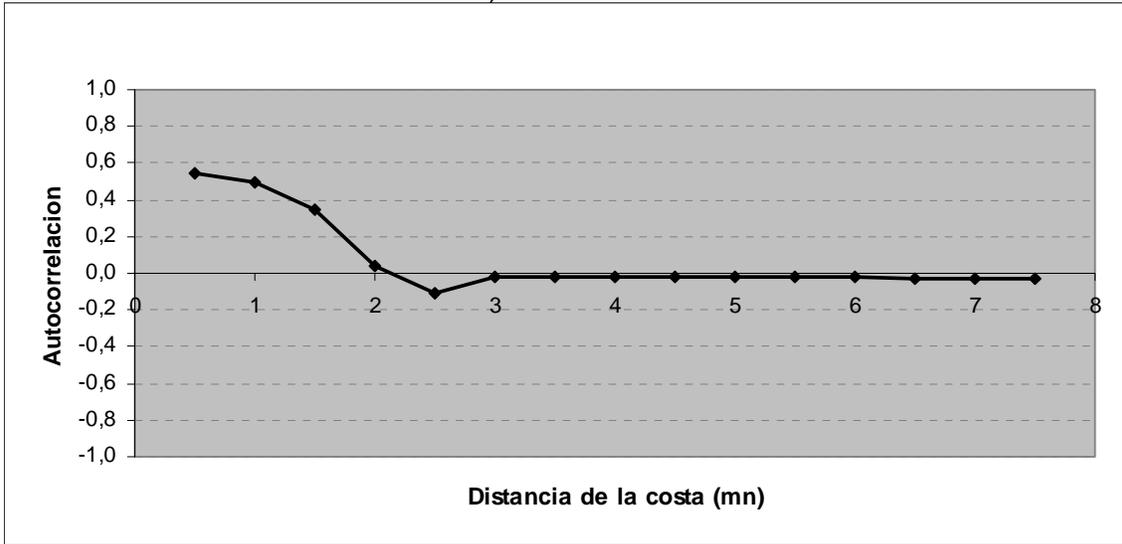


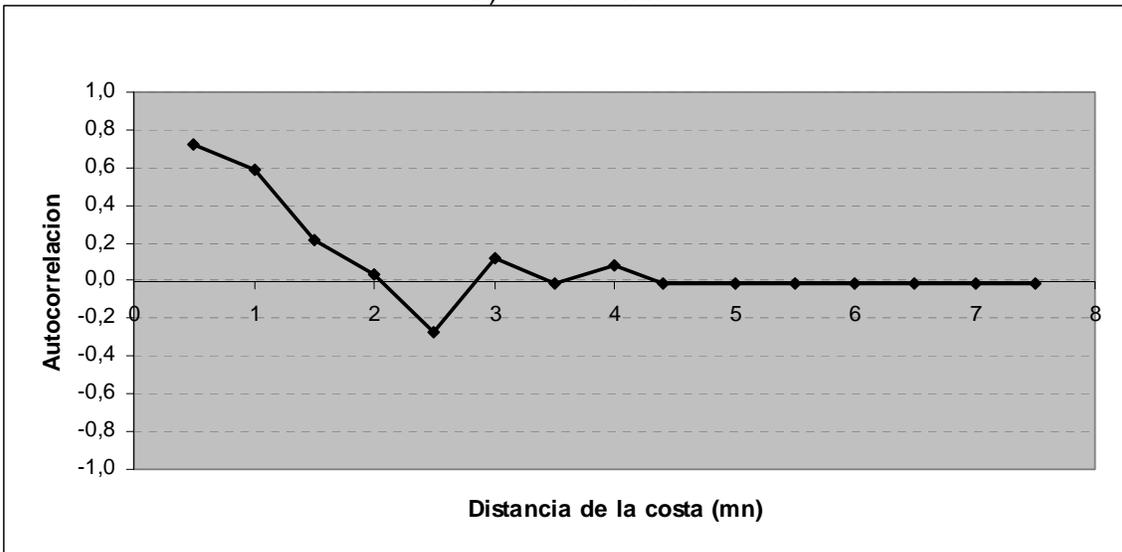
Figura 14. Media de Pennington por distancia a la costa.



a) 200-400 mn



b) 400-700 mn



Figuras 15. Correlogramas por sectores y distancia de la costa

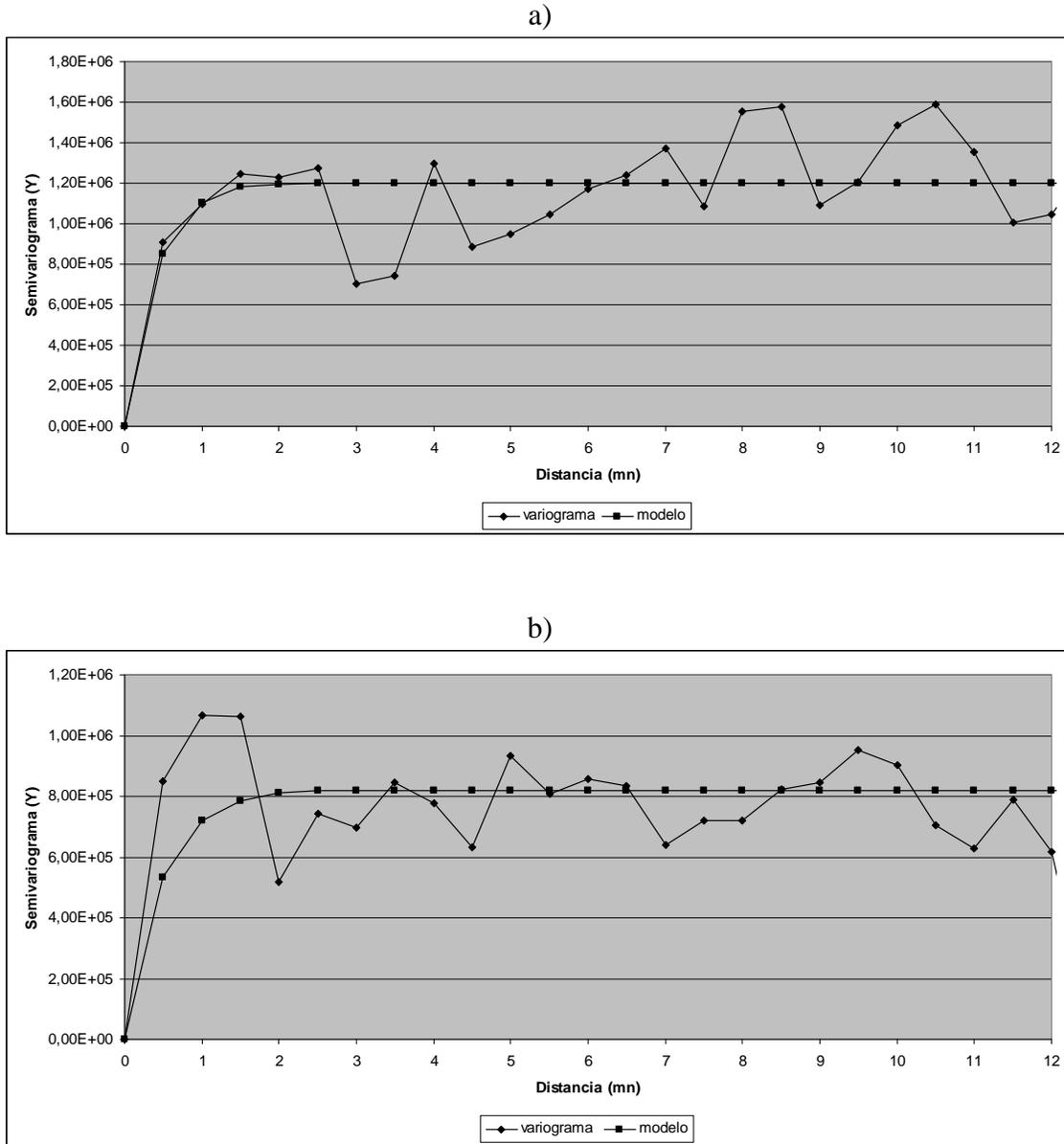


Figura 16. Variogramas para la zona de estudio. a) 200-600 mn y b) 600-700 mn.

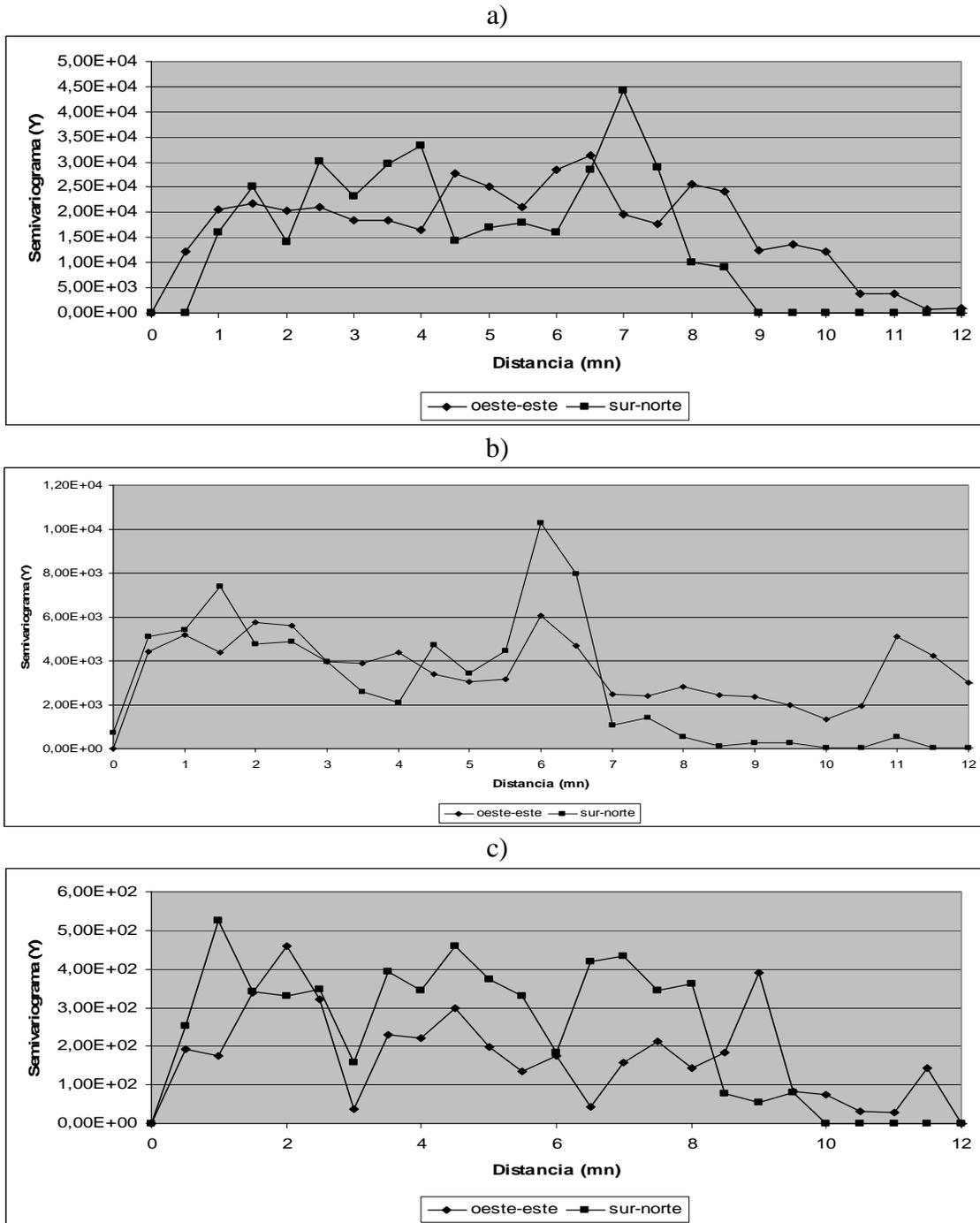


Figura 17. Variogramas en sectores con transectas oeste-este y sur-norte. a) 43° 45'LS -80° 08'W, b) 40° 50'LS - 79°42'W y c) 43°15'LS 81°18'W.

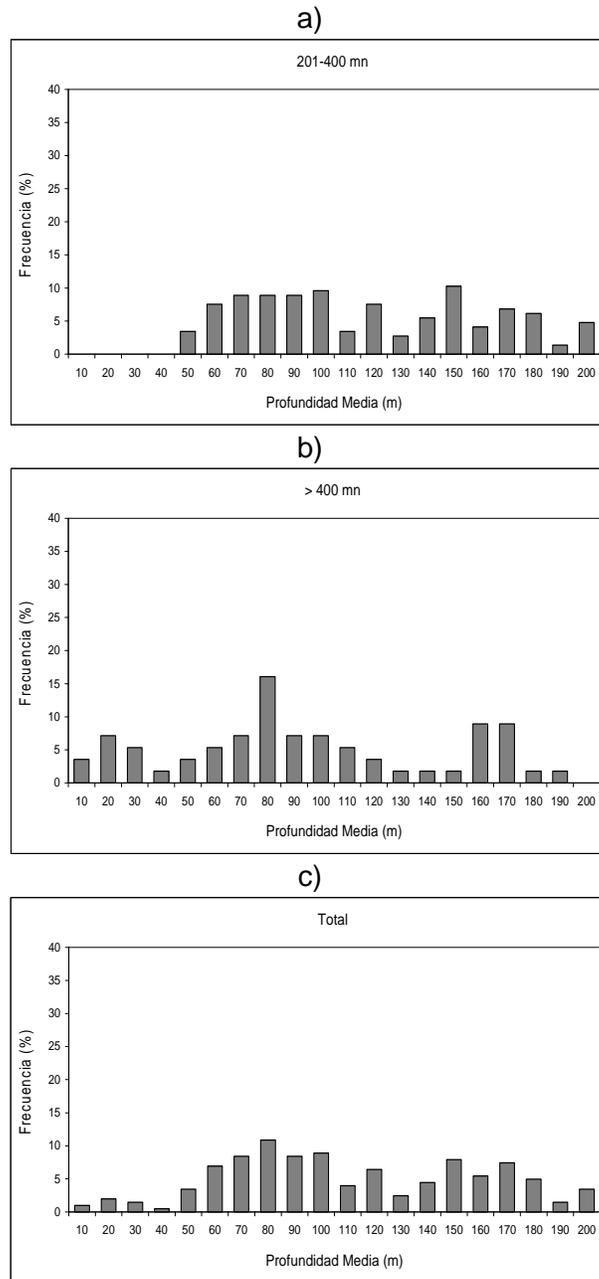


Figura 18. Distribuci3n batim3trica de jurel a3o 2009: a) 200-400 mn, b) 400-700 mn y c) total.

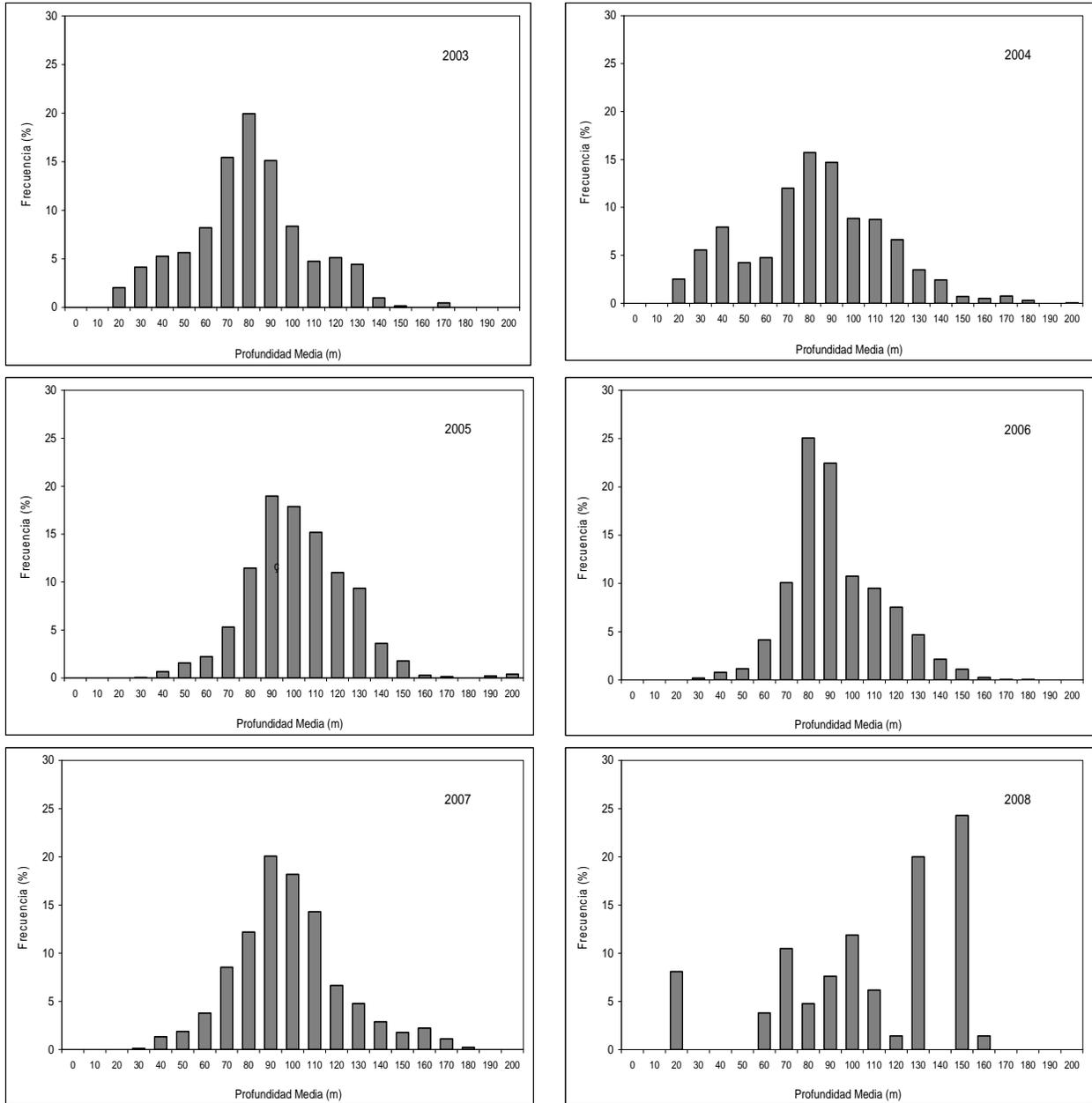
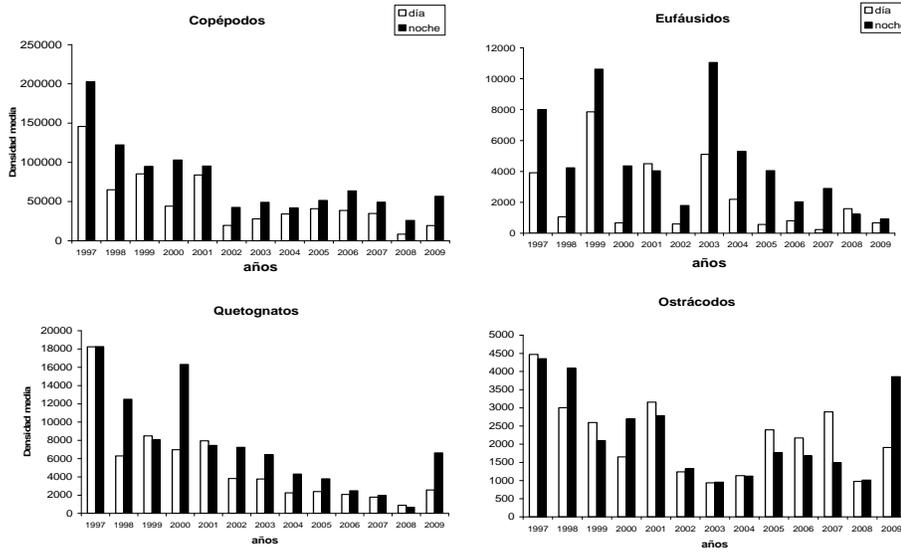


Figura 19. Distribuci3n batim3trica total (200-400 mn) de jurel a3o 2003 -2008.



10-200 mn



230-400 mn

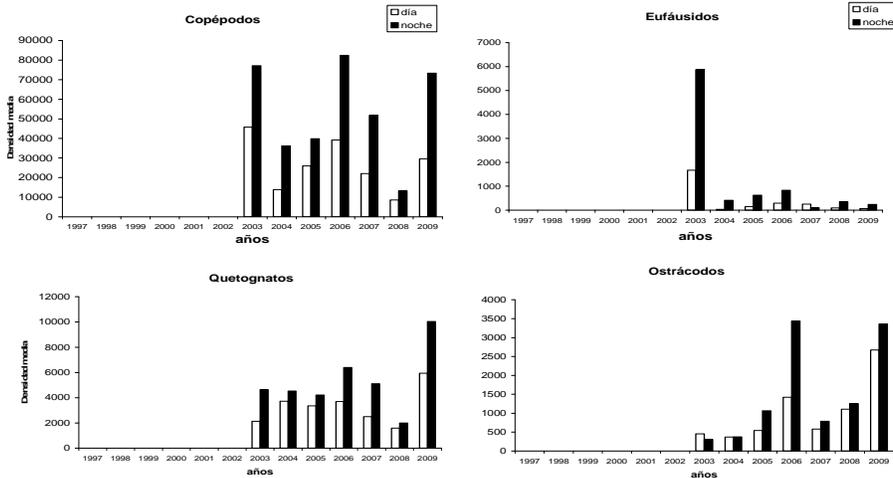


Figura 20. Distribución temporal de la densidad media de los principales grupos zooplanctónicos identificados en invierno entre los años 1997 – 2009 (zona 10-200 mn y 230-400 mn). Barras blancas: períodos diurnos; barras negras: períodos nocturnos.

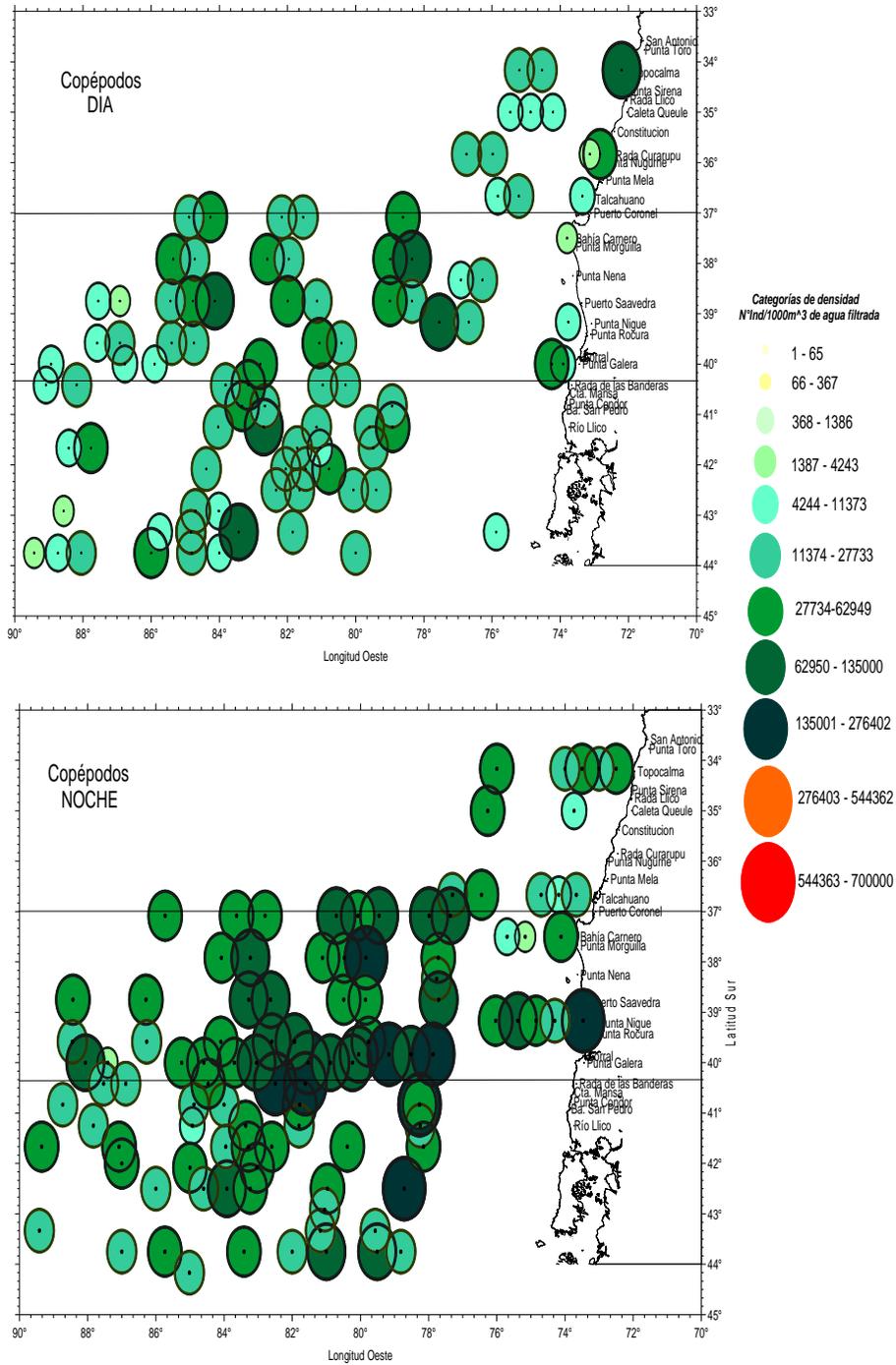


Figura 21. Distribución geográfica diurna y nocturna de los Copépodos en invierno de 2009

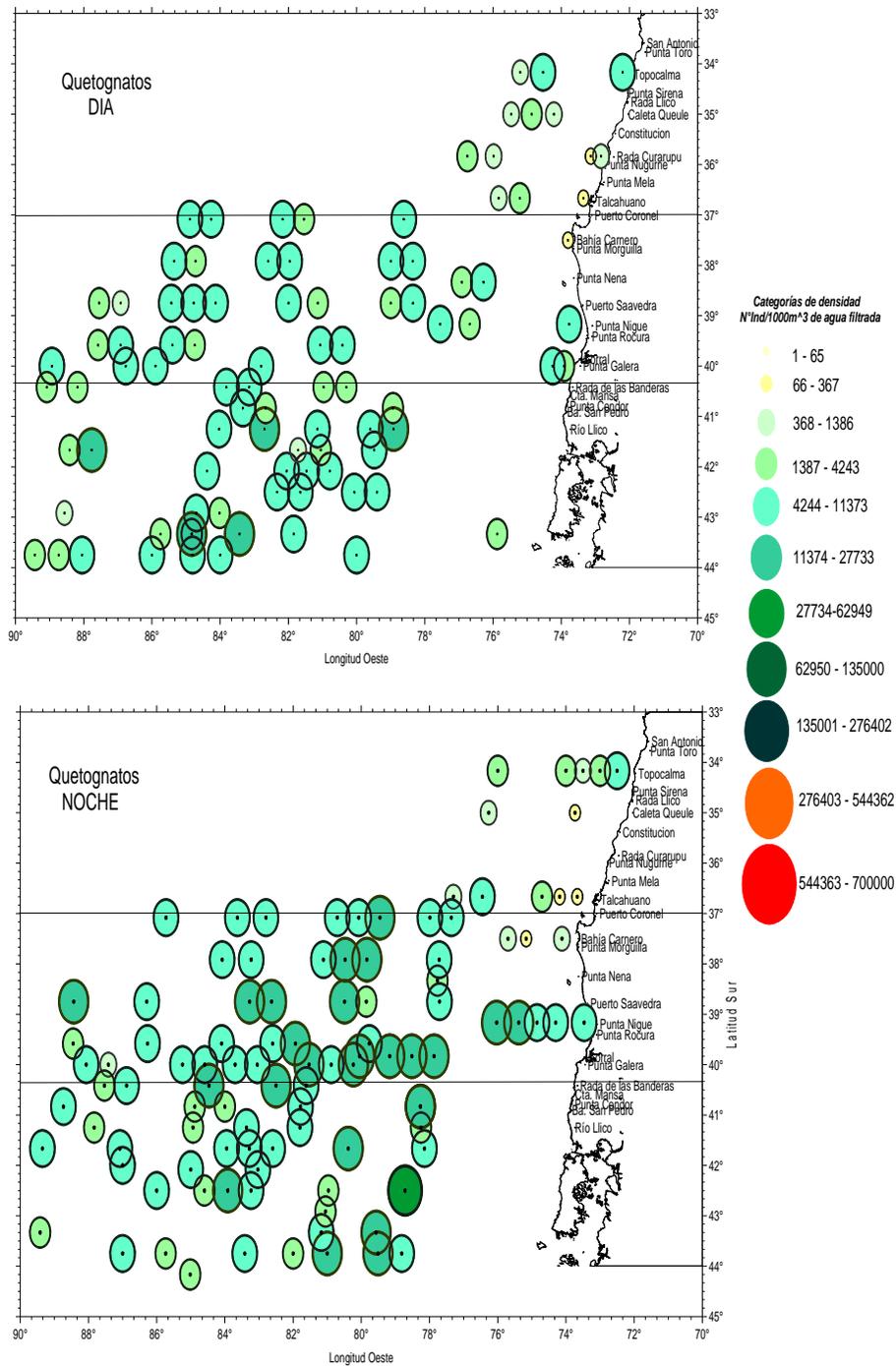


Figura 22. Distribuci3n geogr3fica diurna y nocturna de los Quetognatos en invierno de 2009.

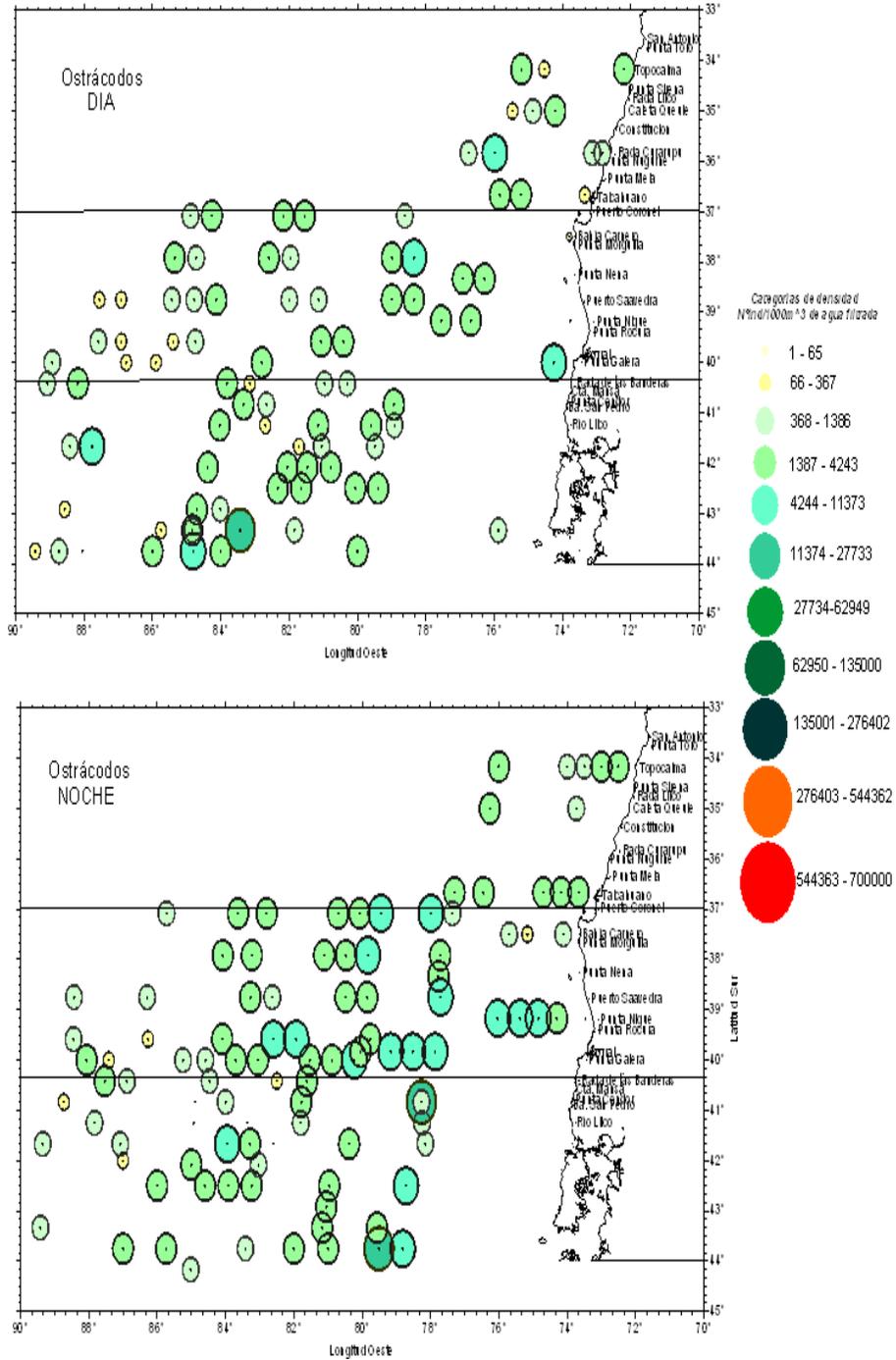


Figura 23. Distribuci3n geogr3fica diurna y nocturna de los Ostrácodos en invierno de 2009.

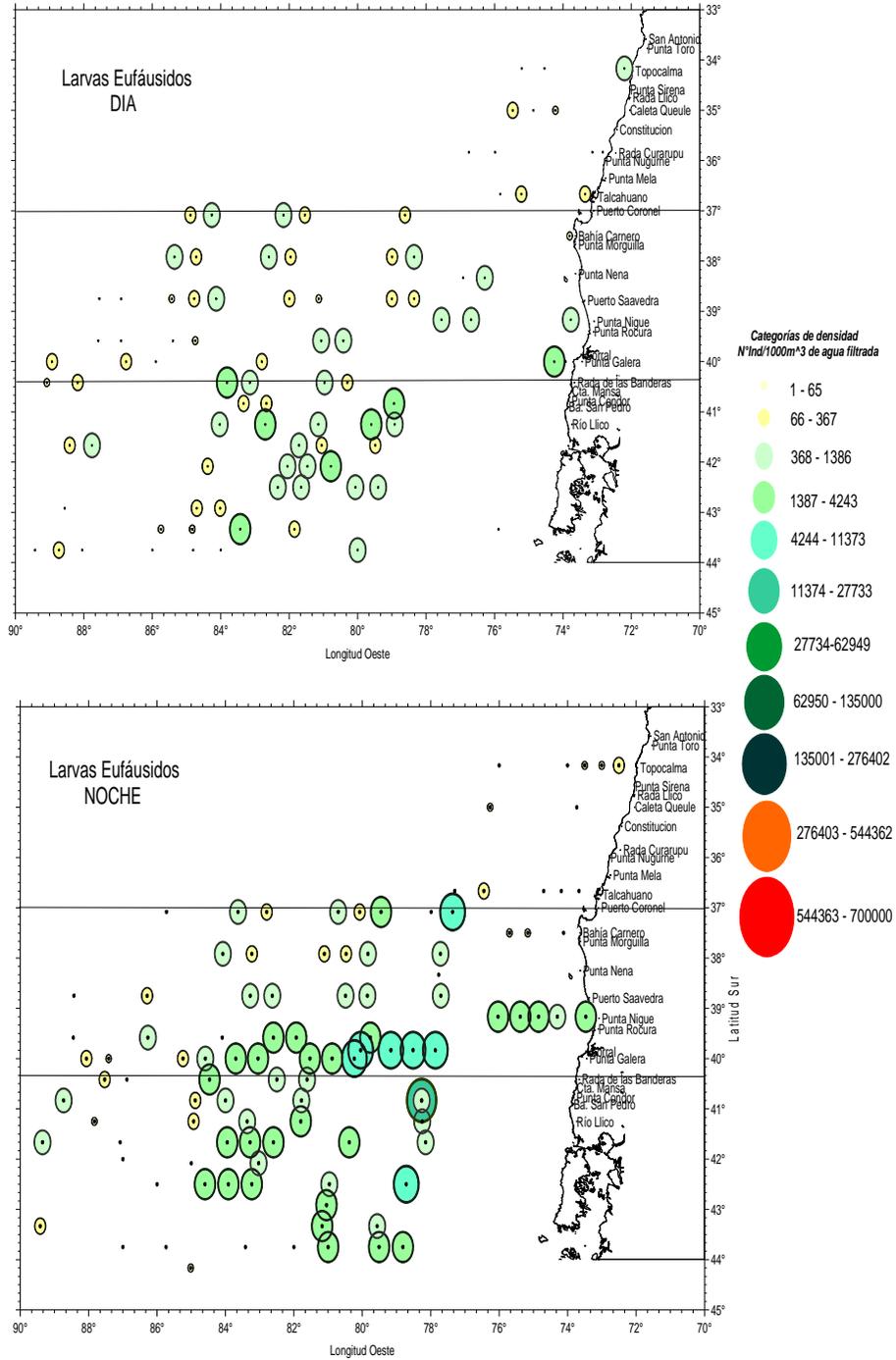


Figura 24. Distribuci3n geográfica diaria y nocturna de las Larvas de Eufáusidos en invierno de 2009

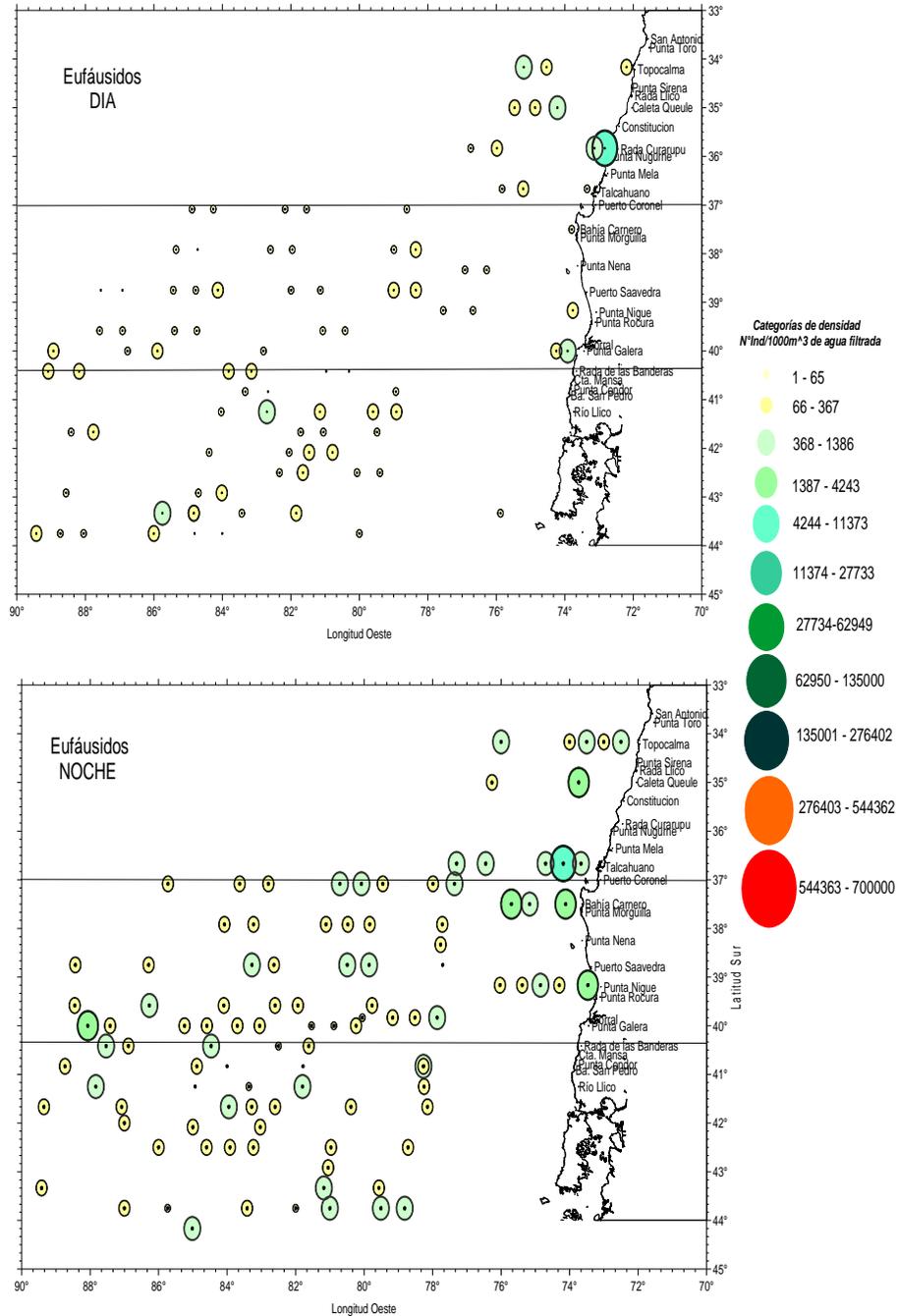


Figura 25. Distribuci3n geográfica diurna y nocturna de los Eufáusidos en invierno de 2009.

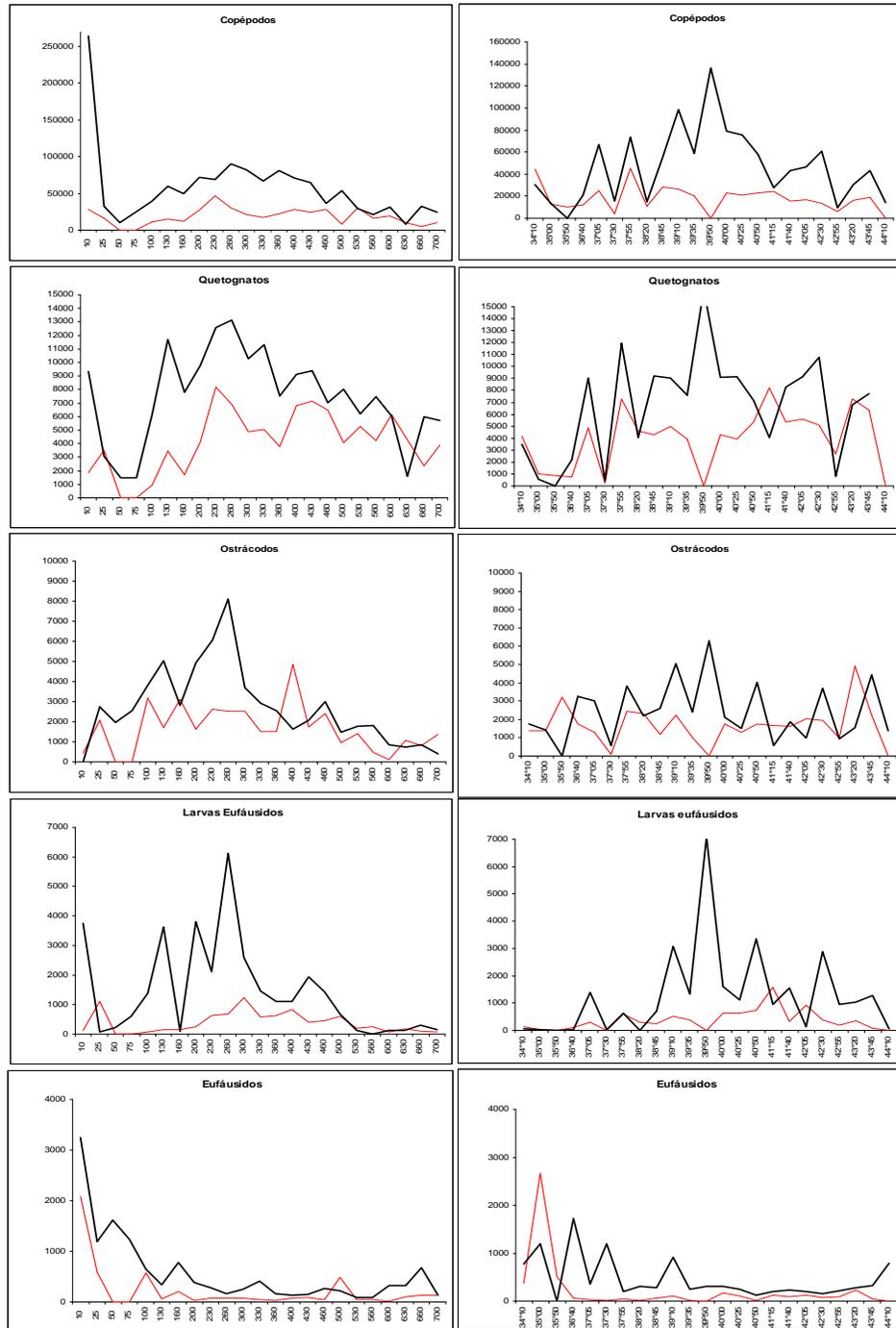


Figura 26. Distribuci3n latitudinal (a) y longitudinal (b) de la densidad media de los principales grupos zooplanct3nicos capturados durante los per3odos diurnos (l3nea roja) y nocturnos (l3nea negra) en invierno de 2009.

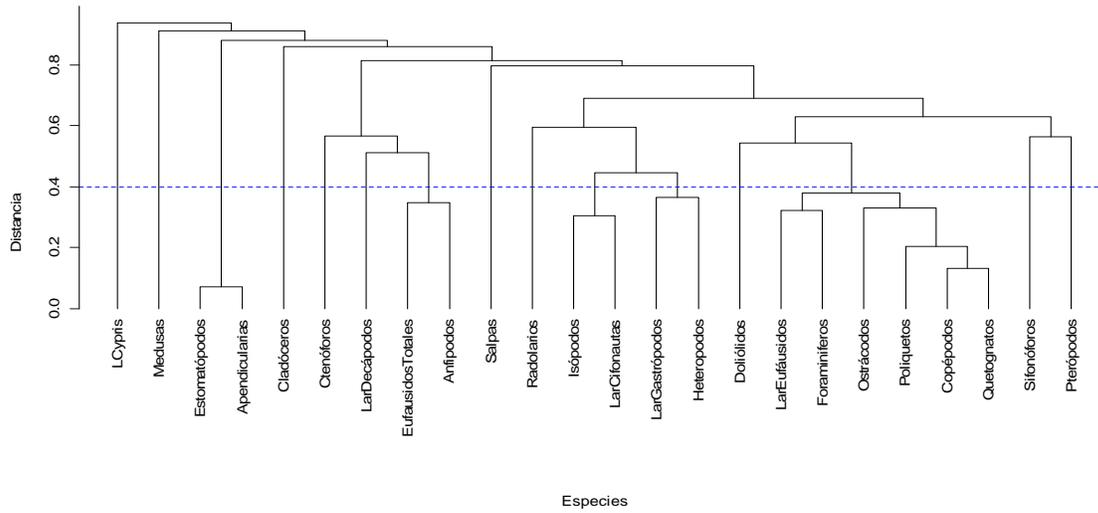


Figura 27. Dendrograma de similitud de Winer de los grupos zooplanct3nicos analizados en invierno de 2009

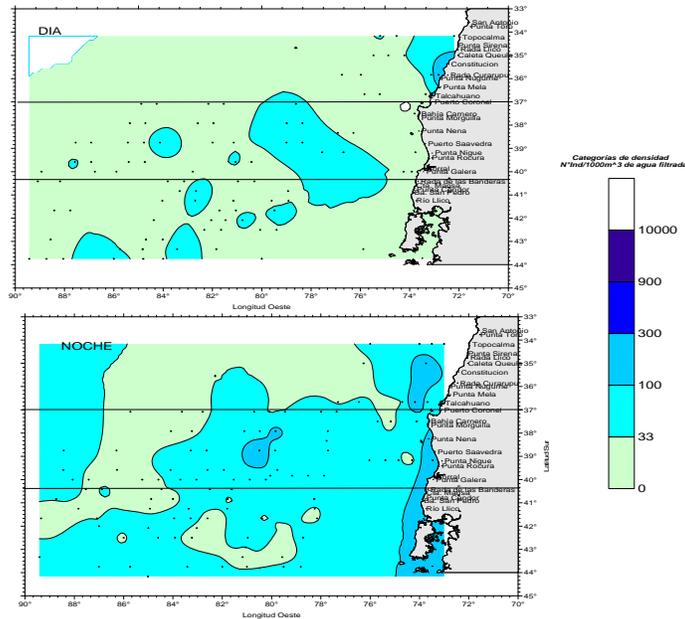


Figura 28. Distribuci3n espacial de la biomasa zooplanct3nica diurna y nocturna en invierno de 2009.

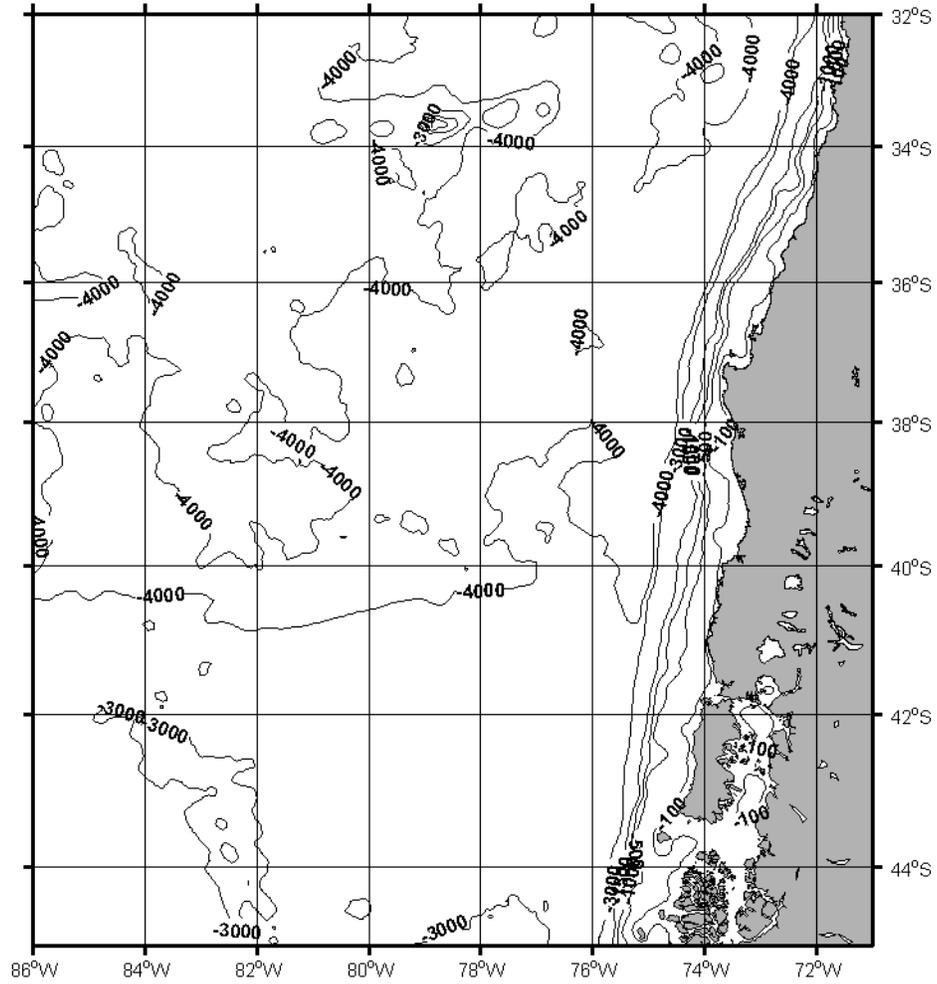


Figura 29. Batimetría general del área de estudio.

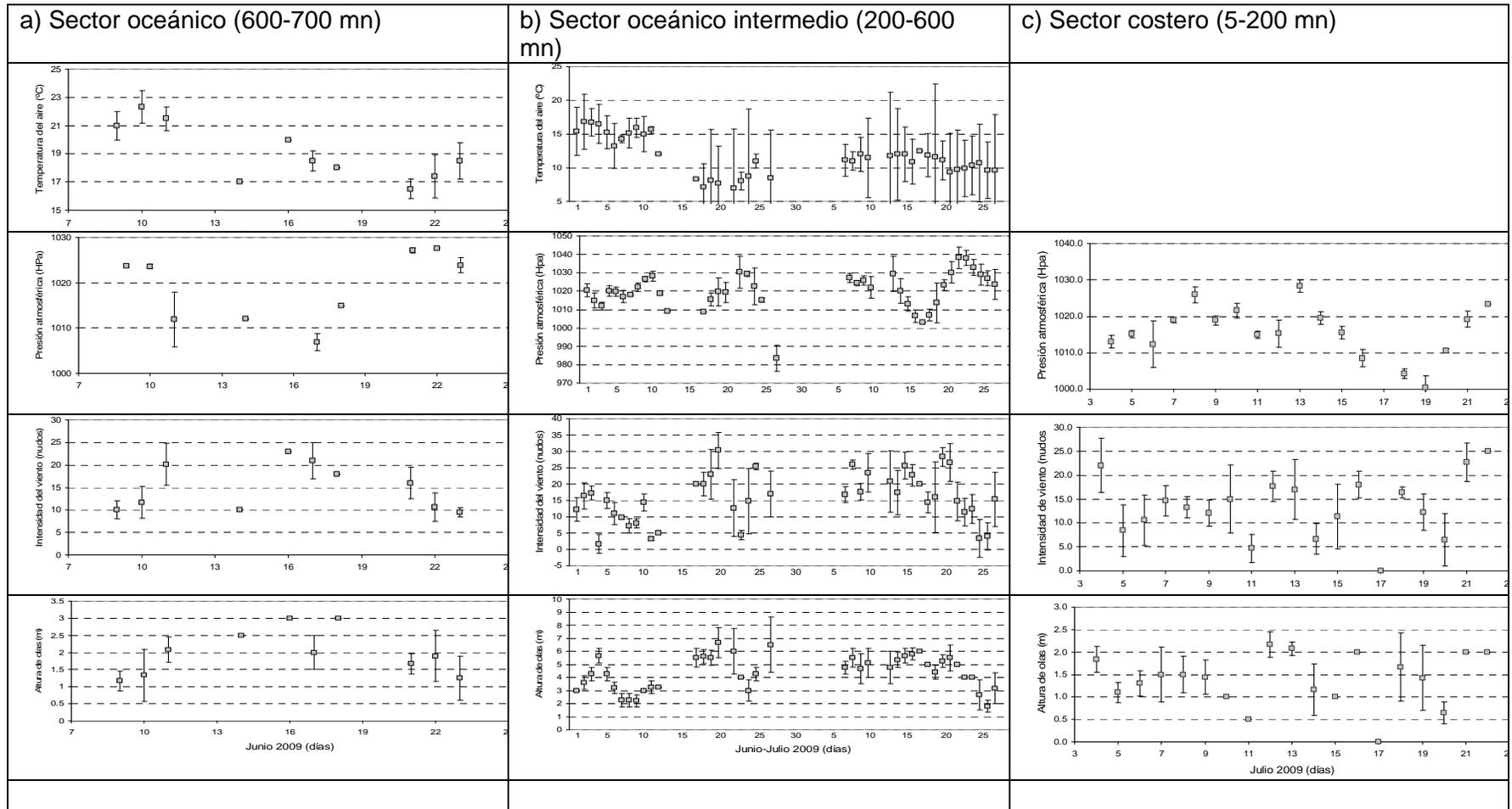


Figura 30. Variabilidad de las condiciones meteorológicas en: a) sector oceánico 600-700mn (Biomar III); b) sector oceánico intermedio 200-600 mn (Abate Molina) y c) sector costero 5-200 mn (Terranova).

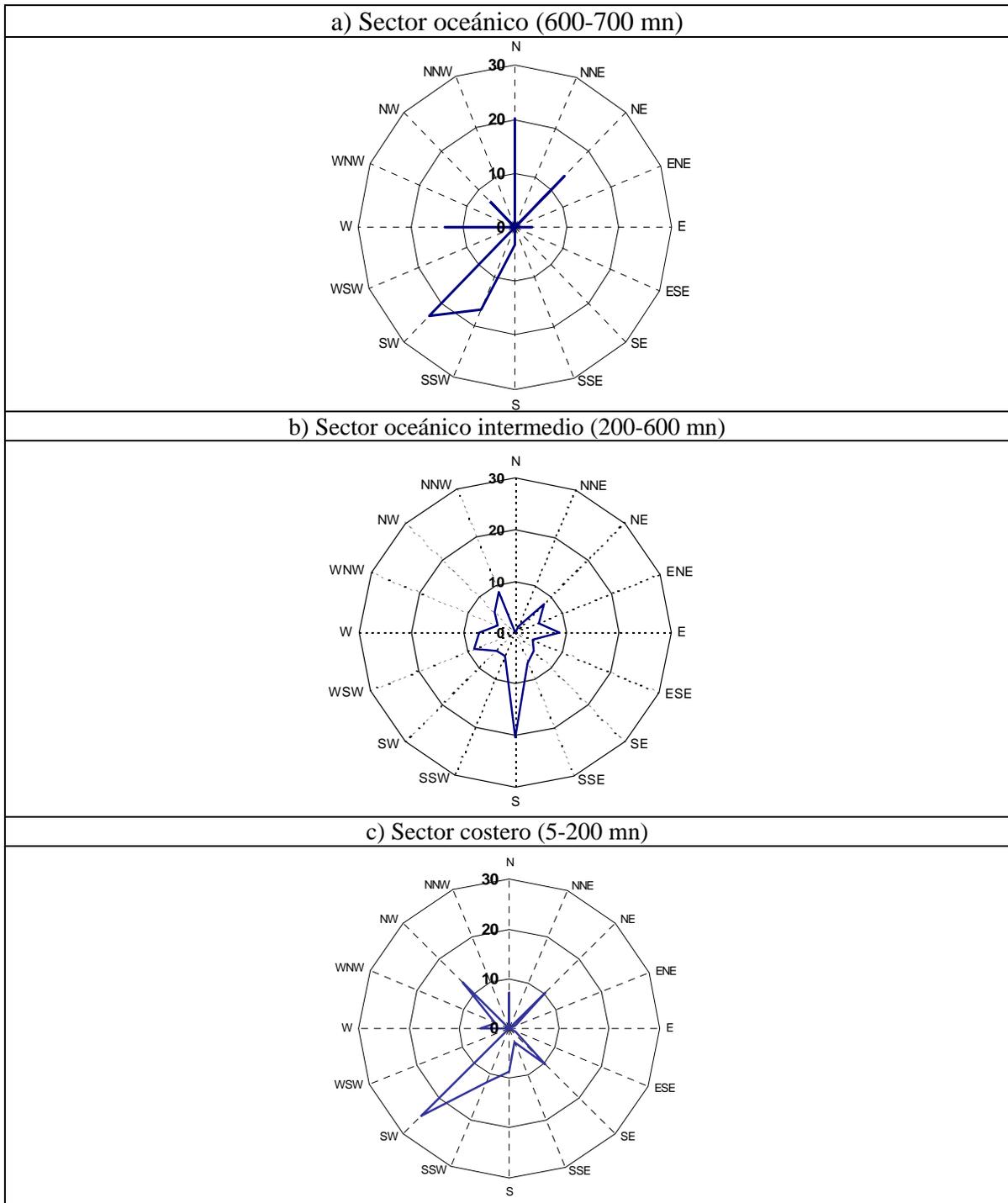


Figura 31. Variaci3n porcentual de la direcci3n del viento: a) sector oceánico 600-700 mn (Biomar III); b) sector oceánico intermedio 200-600 mn (Abate Molina) y c) sector costero 5-200 mn (Terranova).

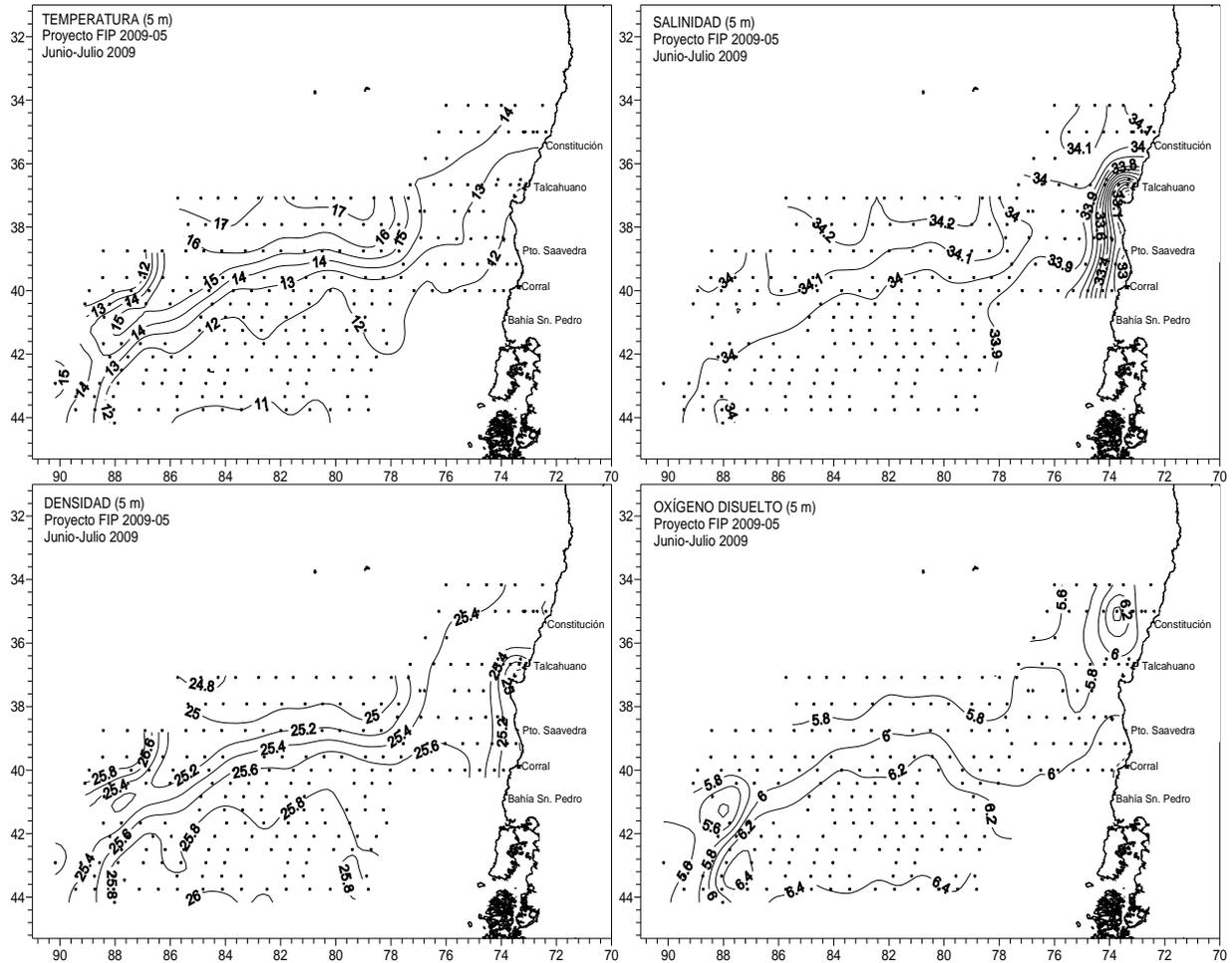


Figura 32. Distribuci3n horizontal de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad (psu), c) densidad (σ_t) y d) oxígeno disuelto (ml L^{-1}) en el estrato de 5 metros de profundidad.

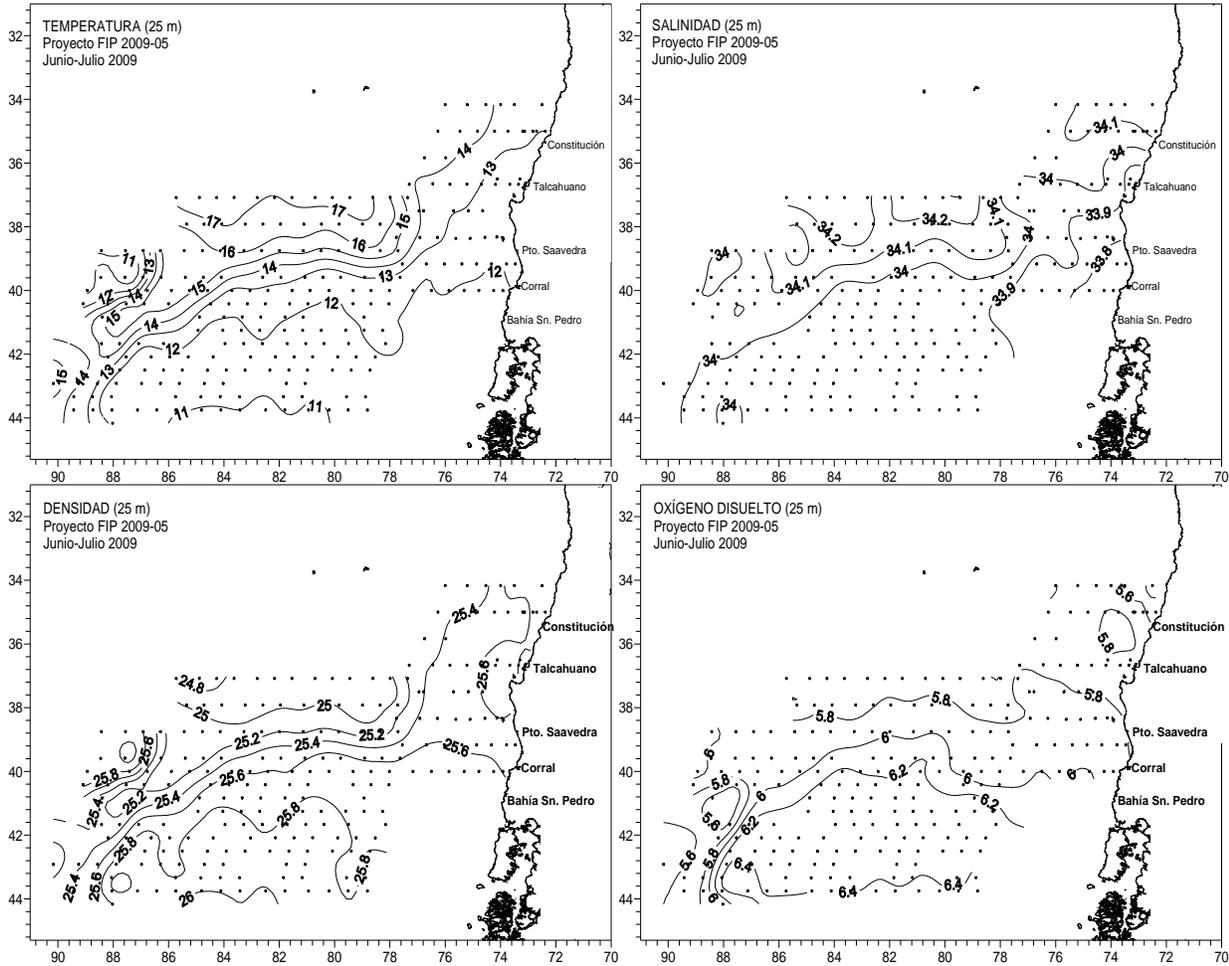


Figura 33. Distribuci3n horizontal de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad (psu), c) densidad (σ_t) y ox3geno disuelto (ml L^{-1}) en el estrato de 25 metros de profundidad.

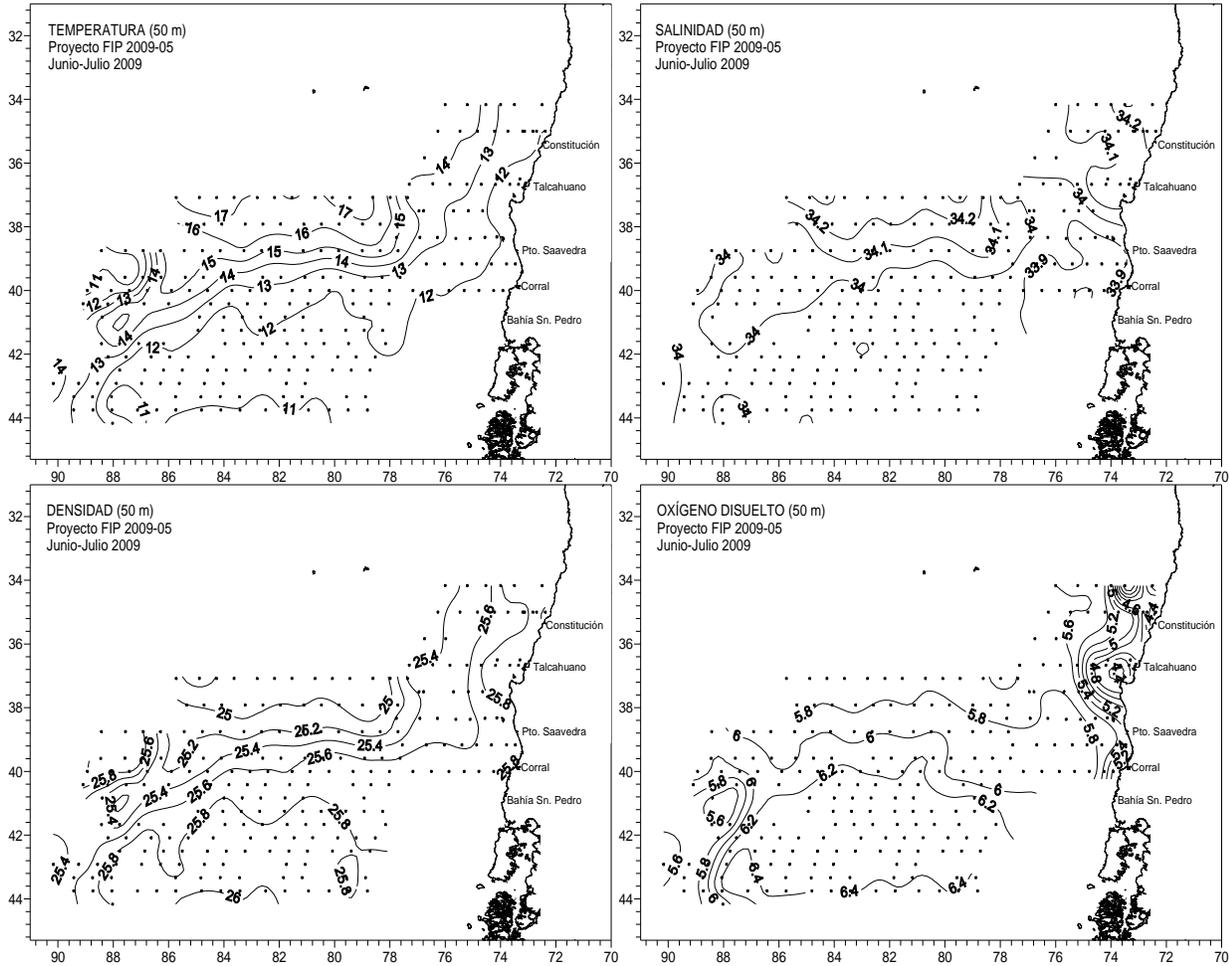


Figura 34. Distribuci3n horizontal de a) temperatura ($^{\circ}$ C), b) salinidad (psu), c) densidad (σ_t) y ox3geno disuelto (ml L^{-1}) en el estrato de 50 metros de profundidad.

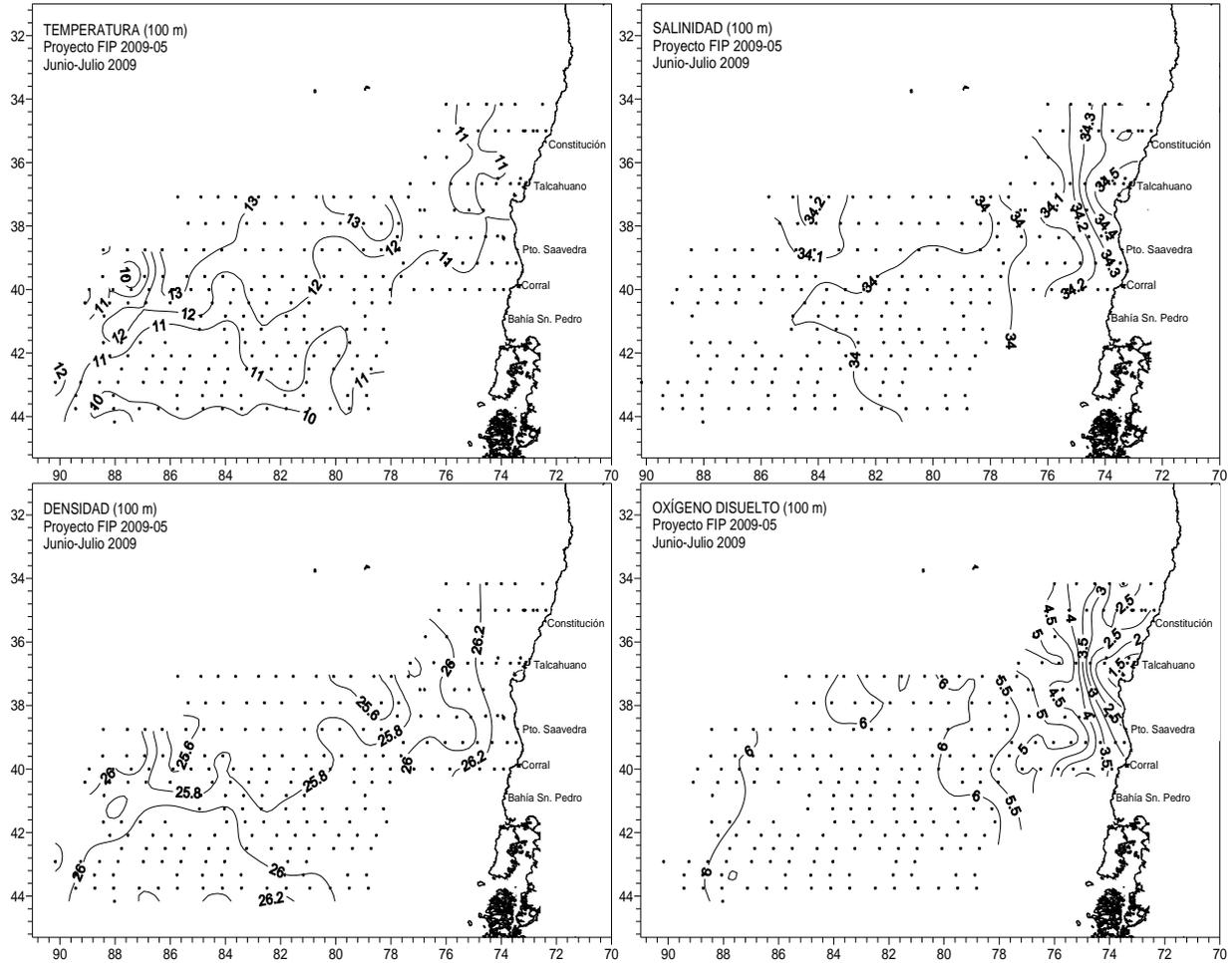


Figura 35. Distribuci3n horizontal de a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}) en el estrato de 100 metros de profundidad.

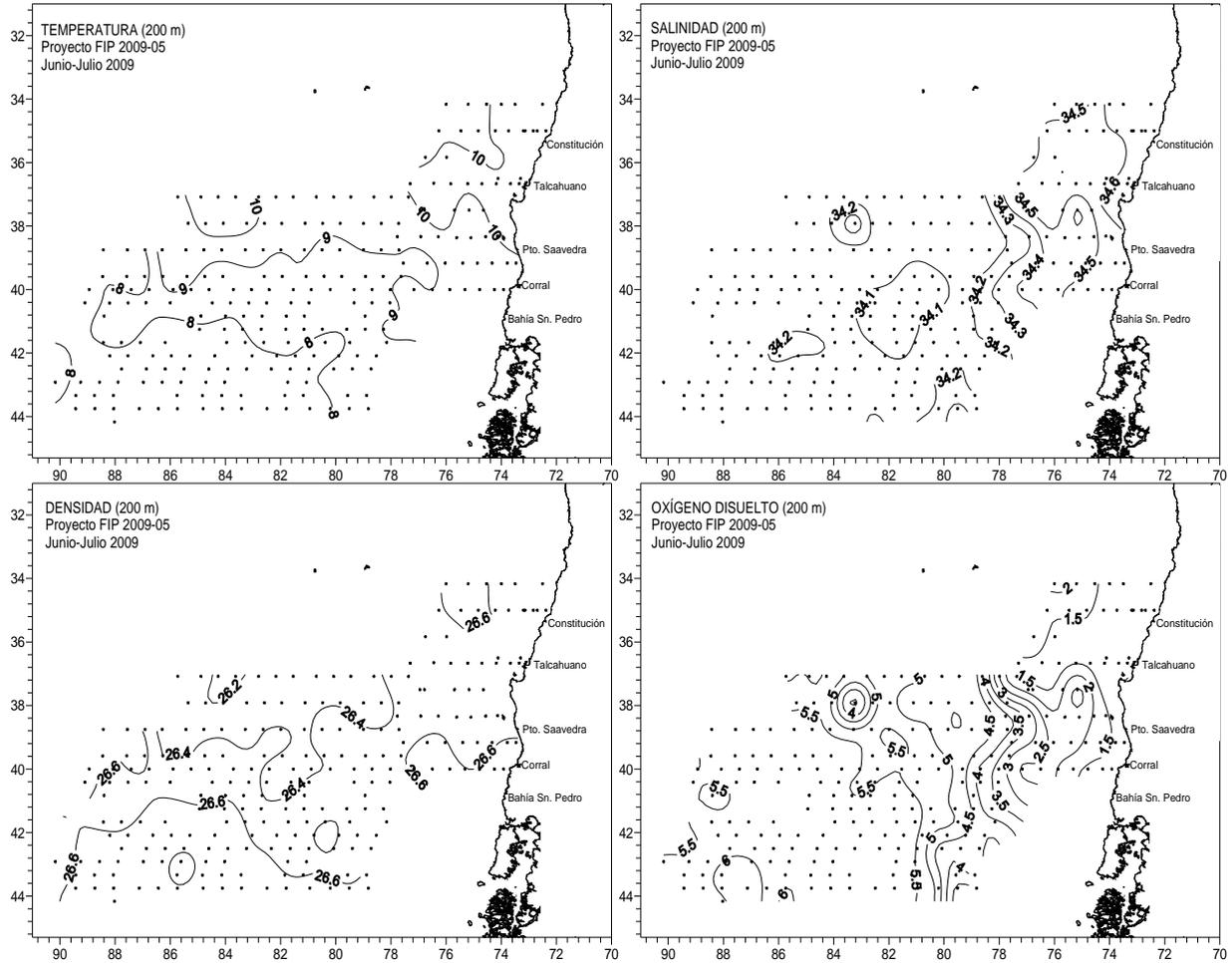


Figura 36. Distribuci3n horizontal de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad (psu), c) densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}) en el estrato de 200 metros de profundidad.

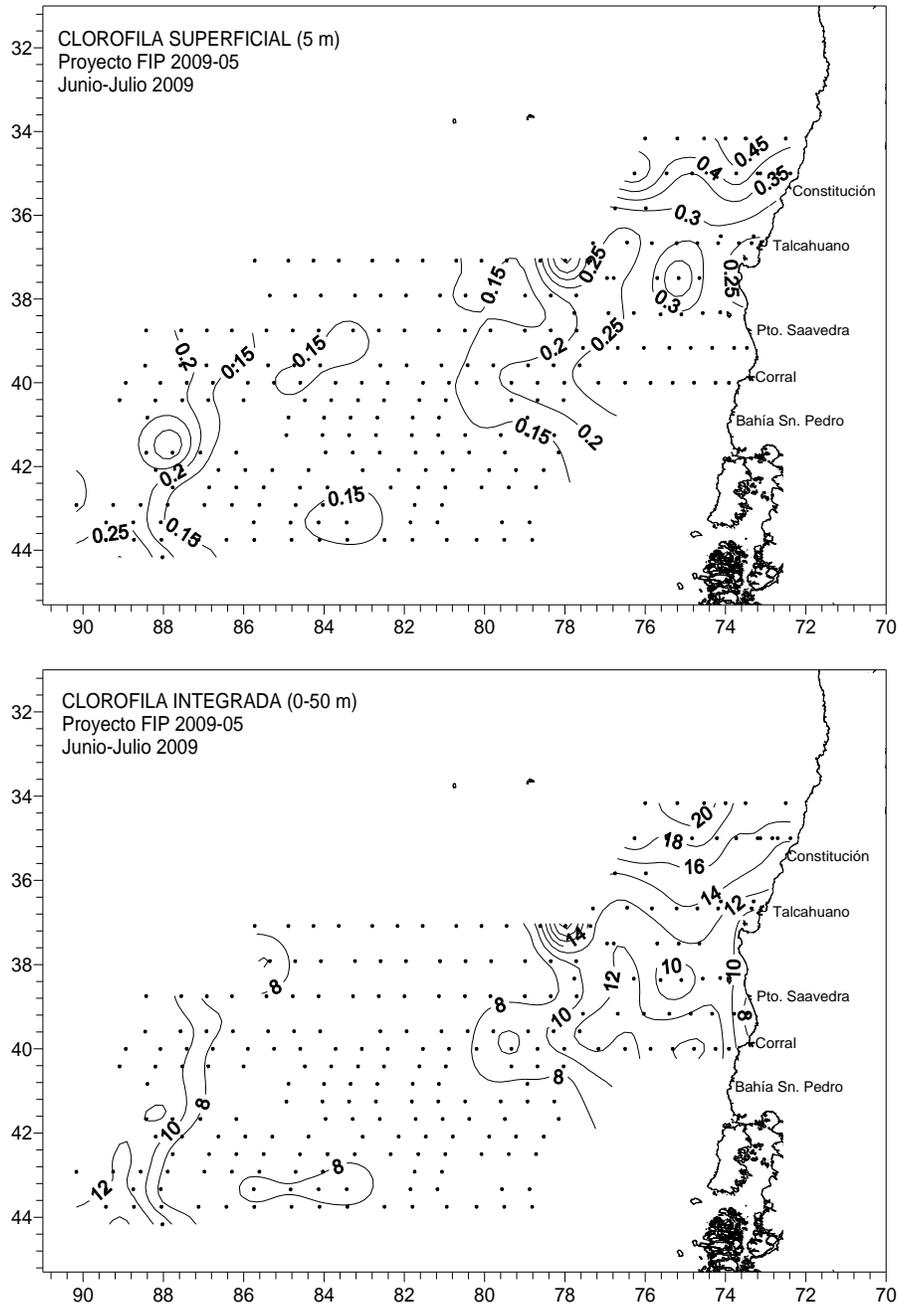


Figura 37. Distribuci3n horizontal de la clorofila-a superficial (mg m^{-3}) y la clorofila-a integrada (mg m^{-2}) en los primeros 50 metros de profundidad.

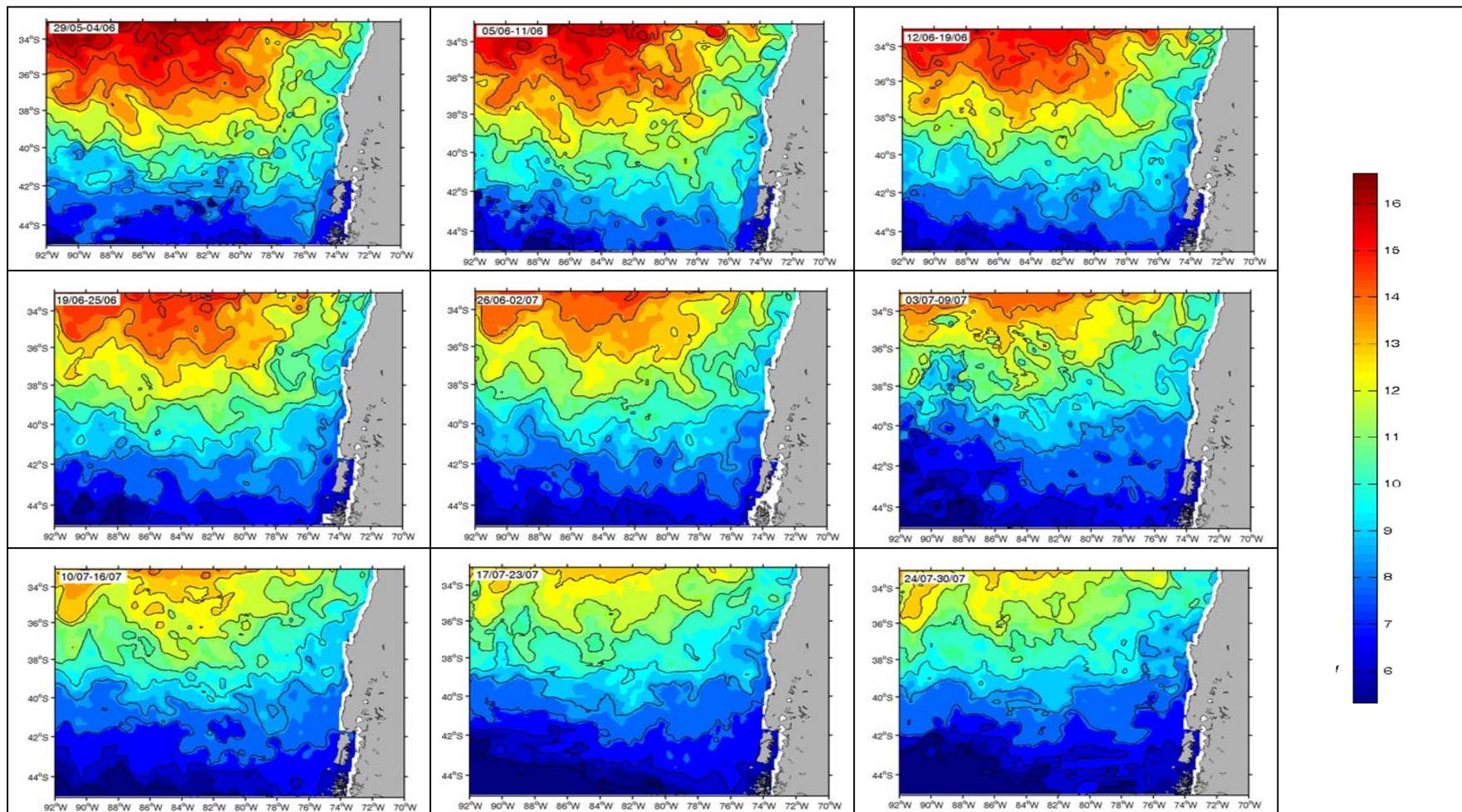


Figura 38. Distribuci3n horizontal semanal de la temperatura superficial del mar satelital para el 1rea y per3odo de estudio. (Junio-Julio 2009).

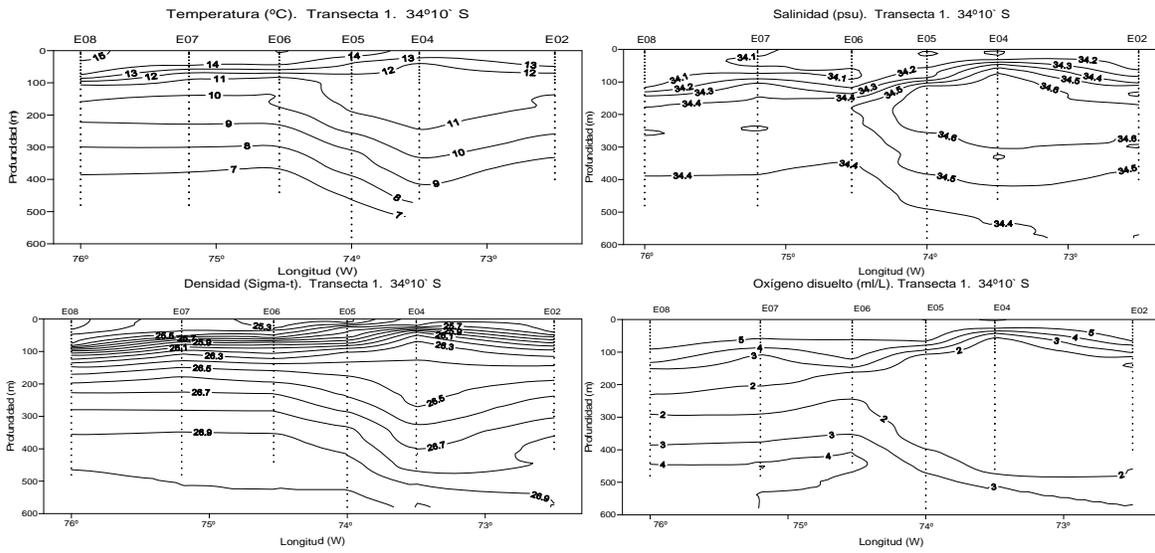


Figura 39. Transecta 1. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y ox3geno disuelto (ml L^{-1}).

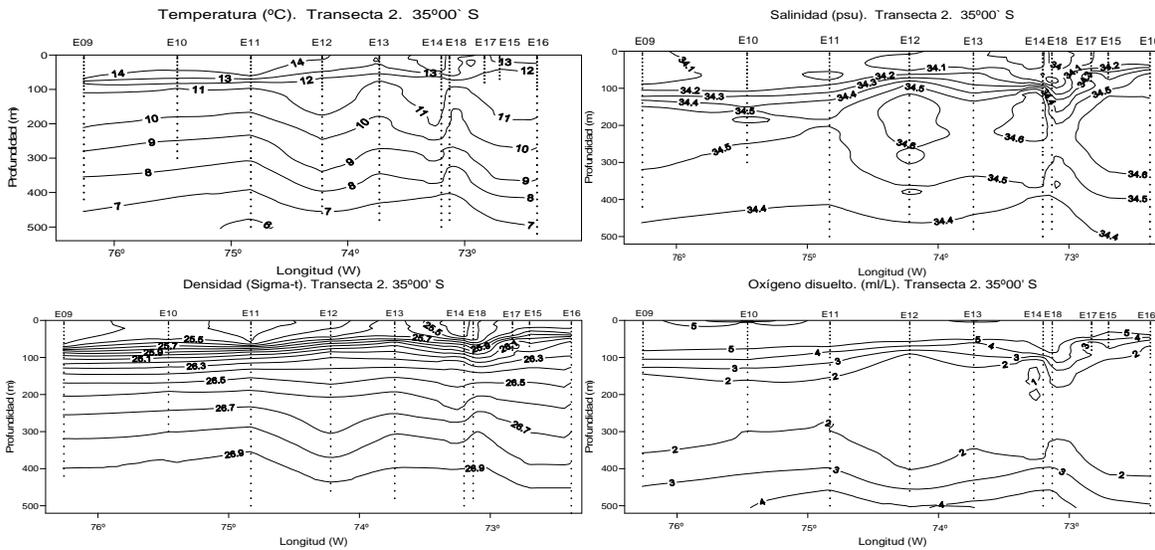


Figura 40. Transecta 2. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y ox3geno disuelto (ml L^{-1}).

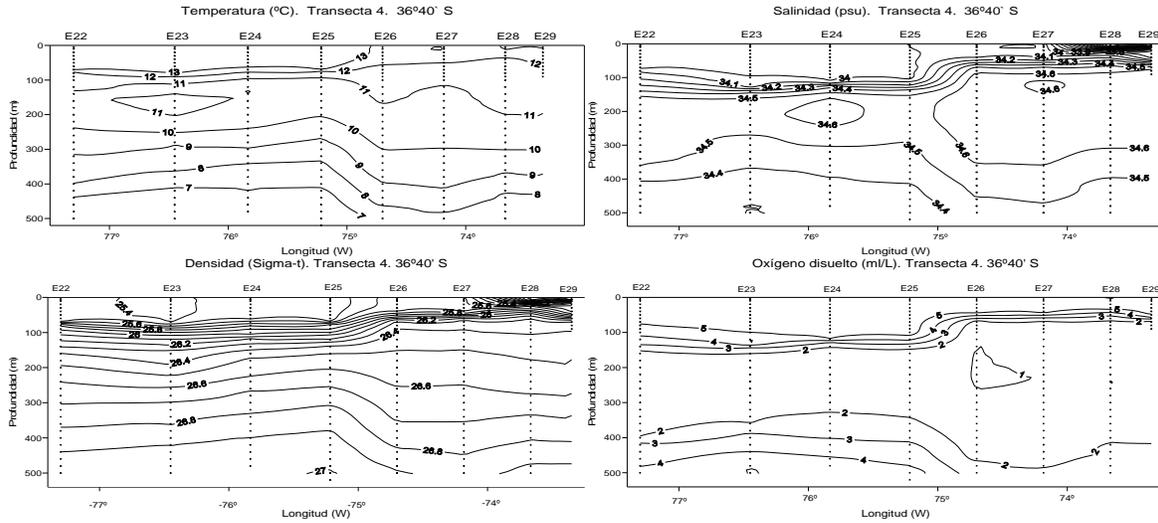


Figura 41. Transecta 4. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y ox3geno disuelto (ml L^{-1}).

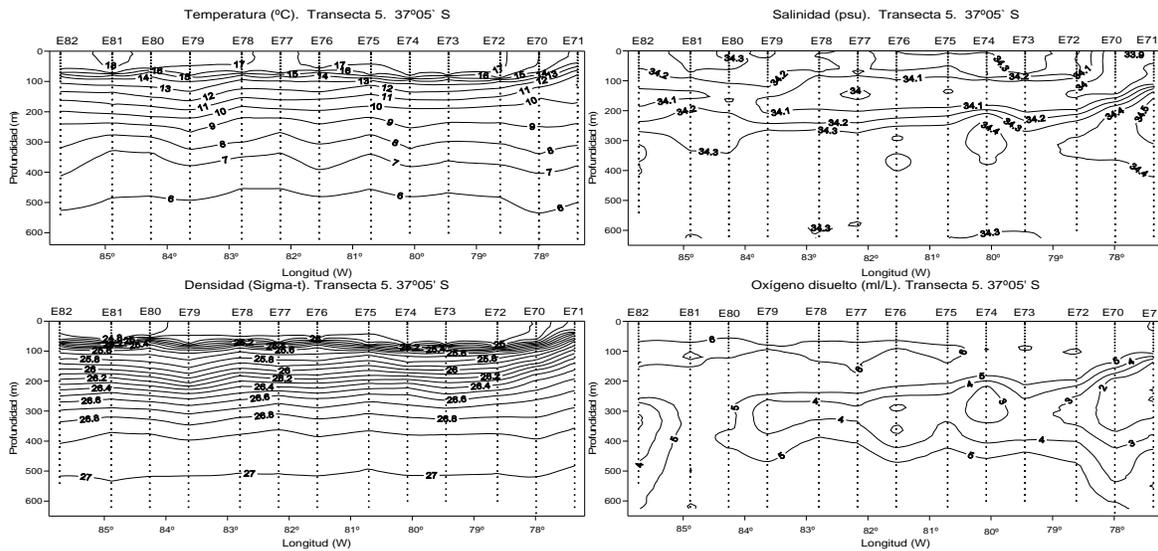


Figura 42. Transecta 5. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y ox3geno disuelto (ml L^{-1}).

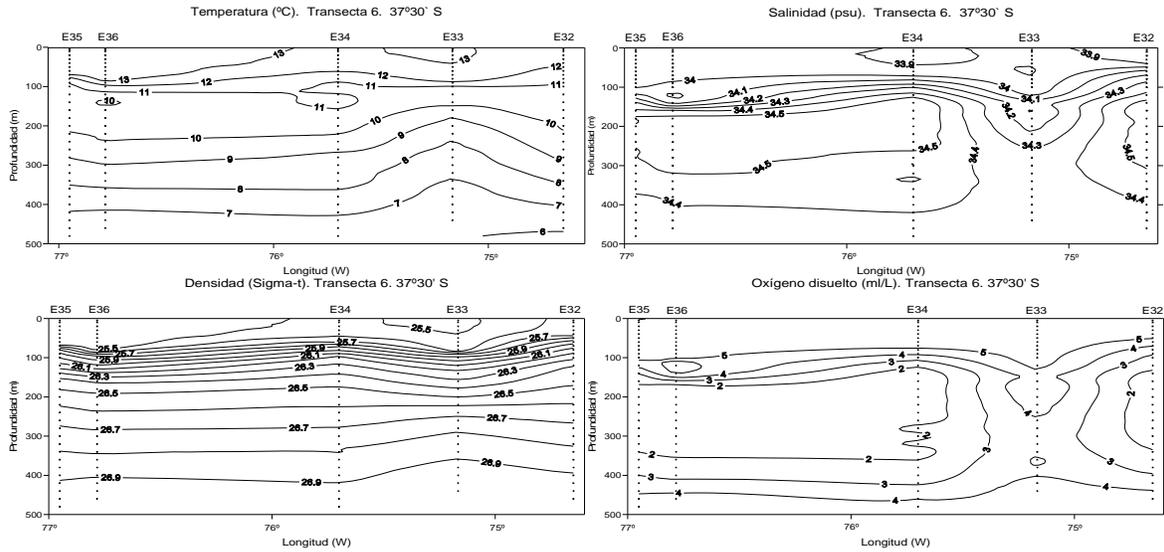


Figura 43. Transecta 6. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).

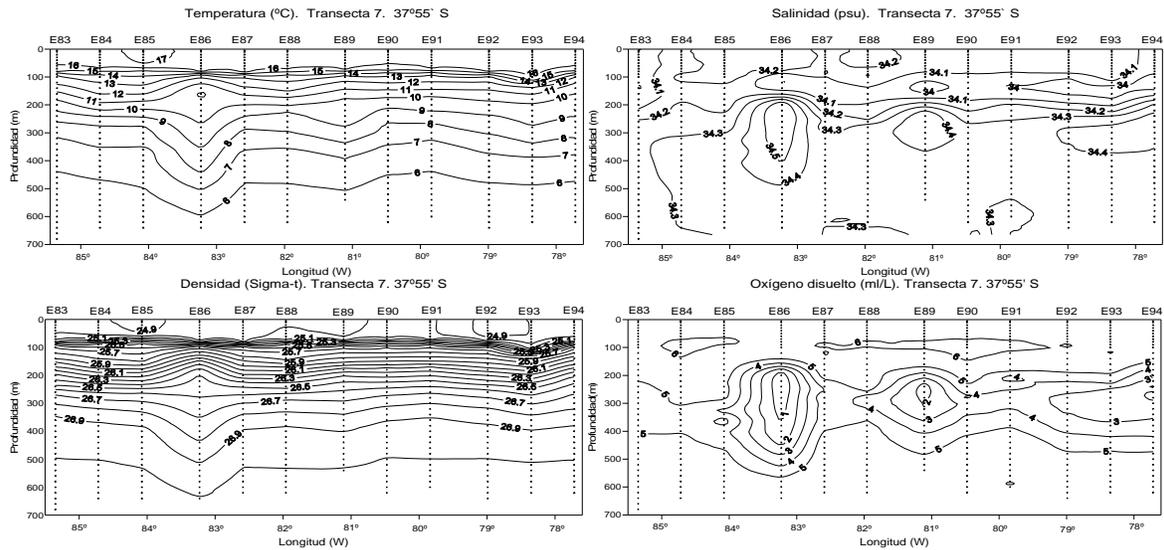


Figura 44. Transecta 7. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).

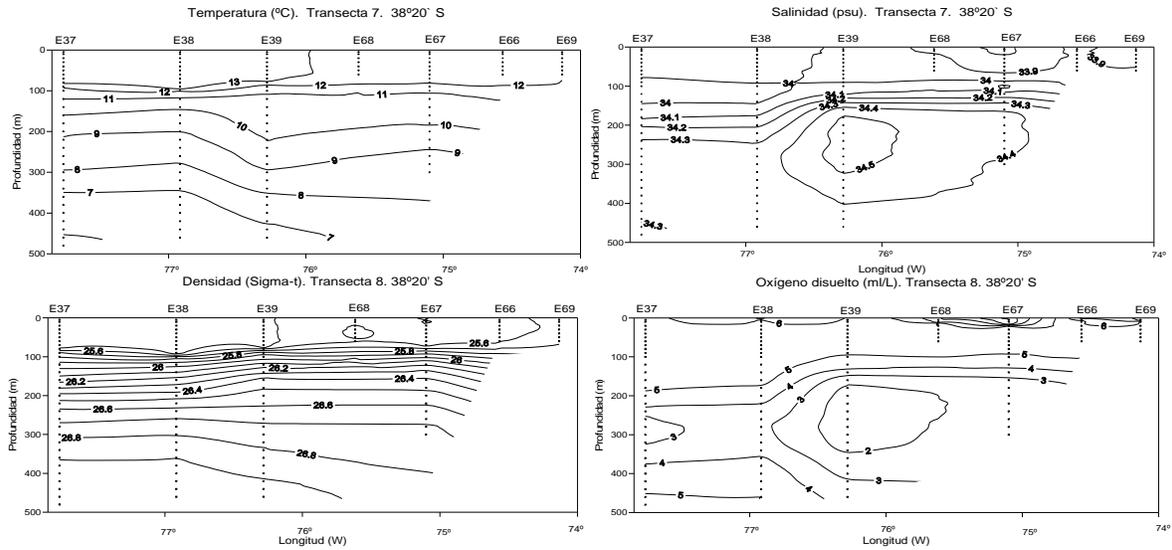


Figura 45. Transecta 8. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y ox3geno disuelto (ml L^{-1}).

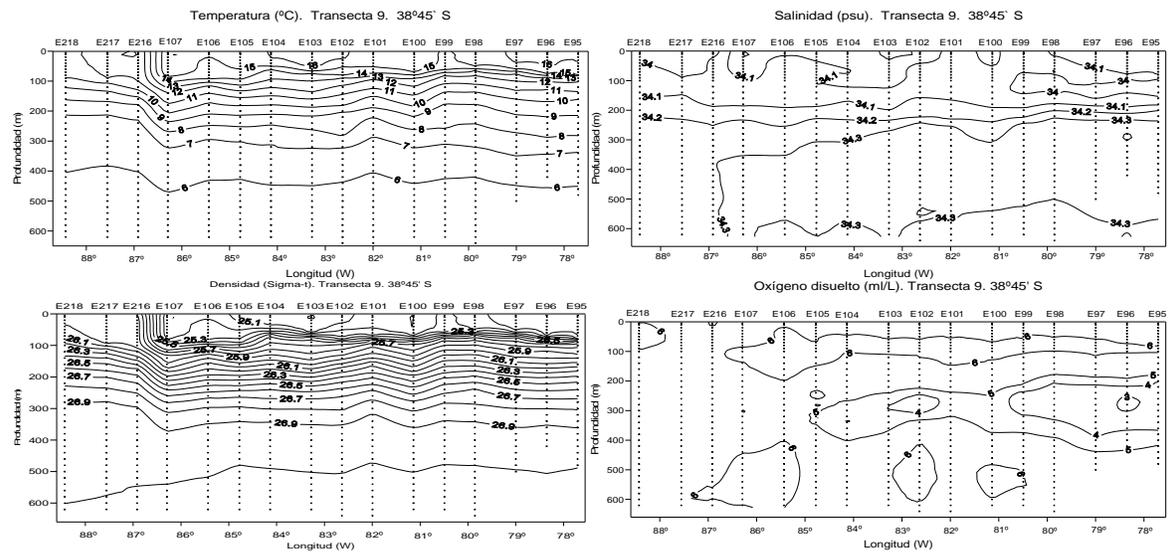


Figura 46. Transecta 9. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y ox3geno disuelto (ml L^{-1}).

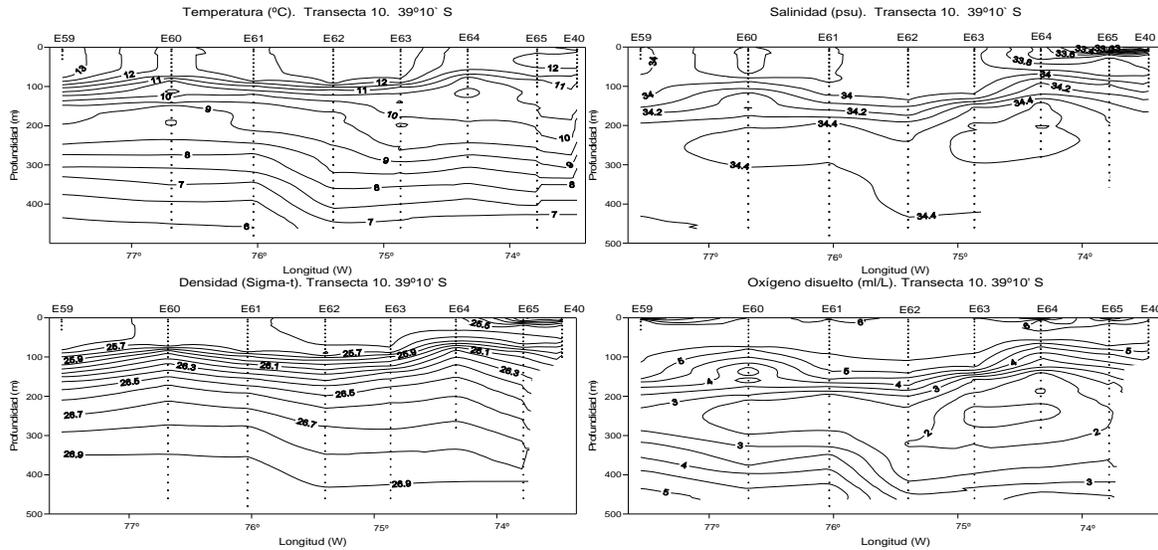


Figura 47. Transecta 10. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y ox3geno disuelto (ml L^{-1}).

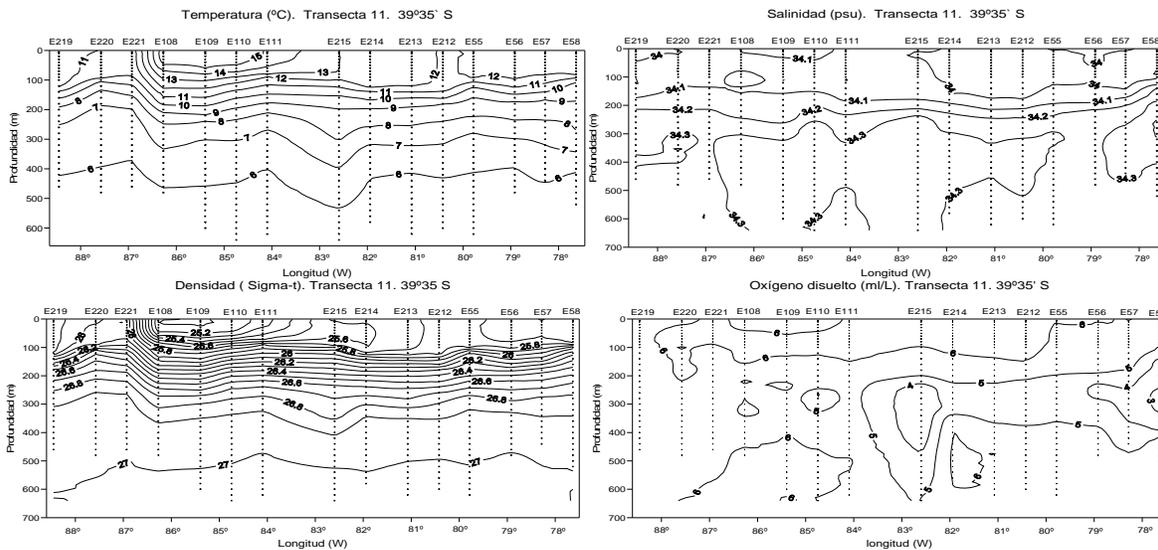


Figura 48. Transecta 11. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y ox3geno disuelto (ml L^{-1}).

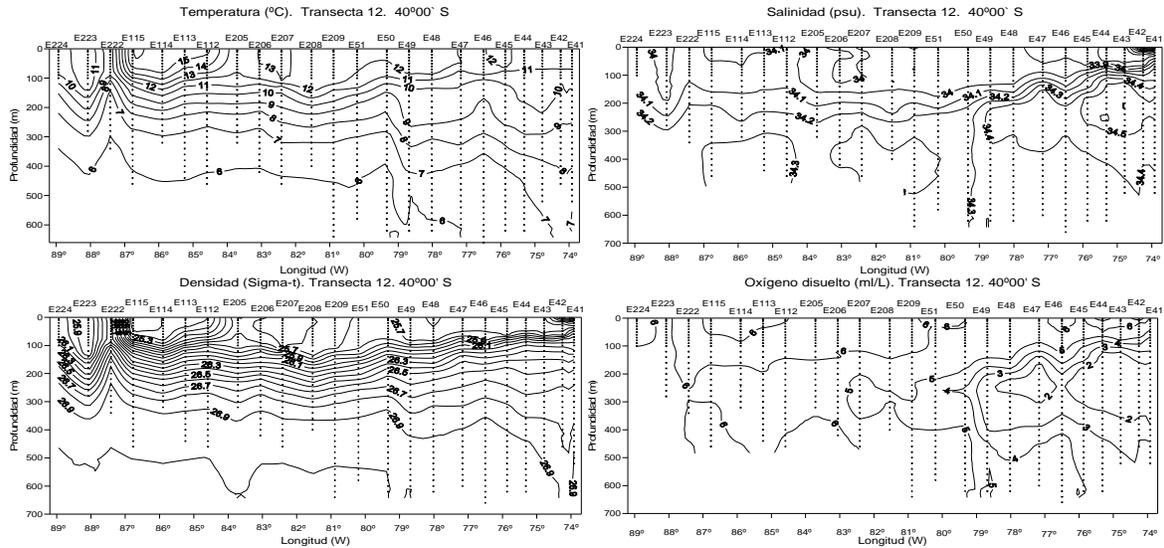


Figura 49. Transecta 12. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).

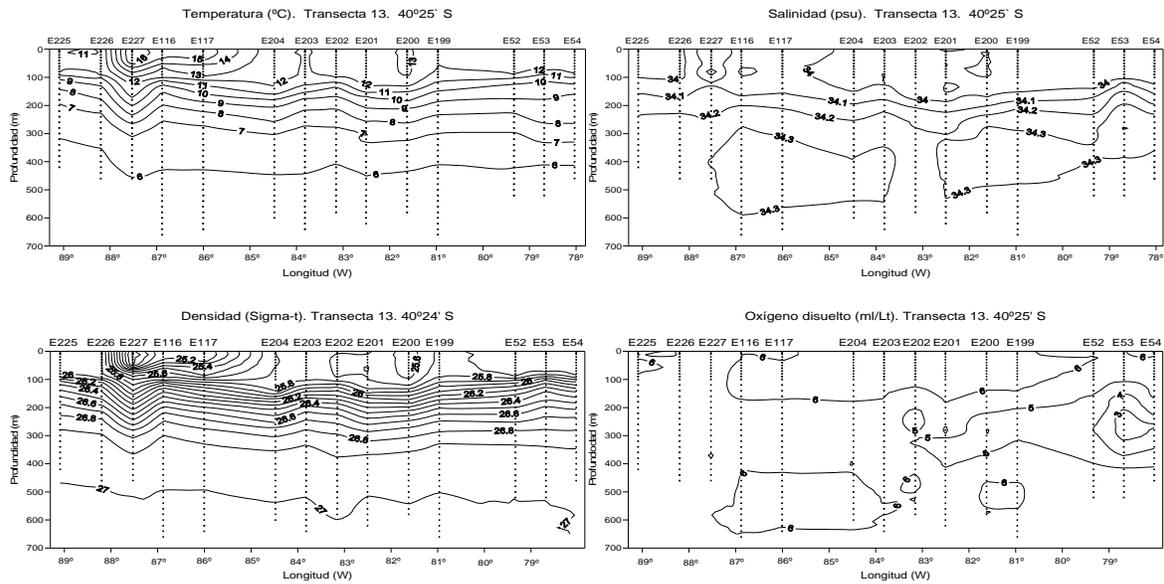


Figura 50. Transecta 13. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).

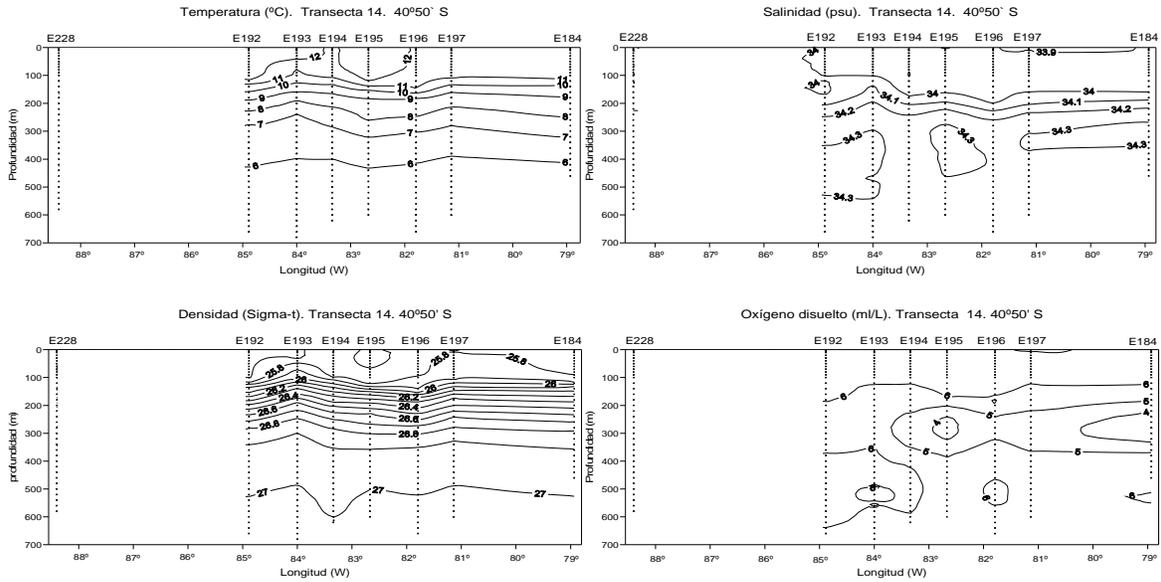


Figura 51. Transecta 14. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).

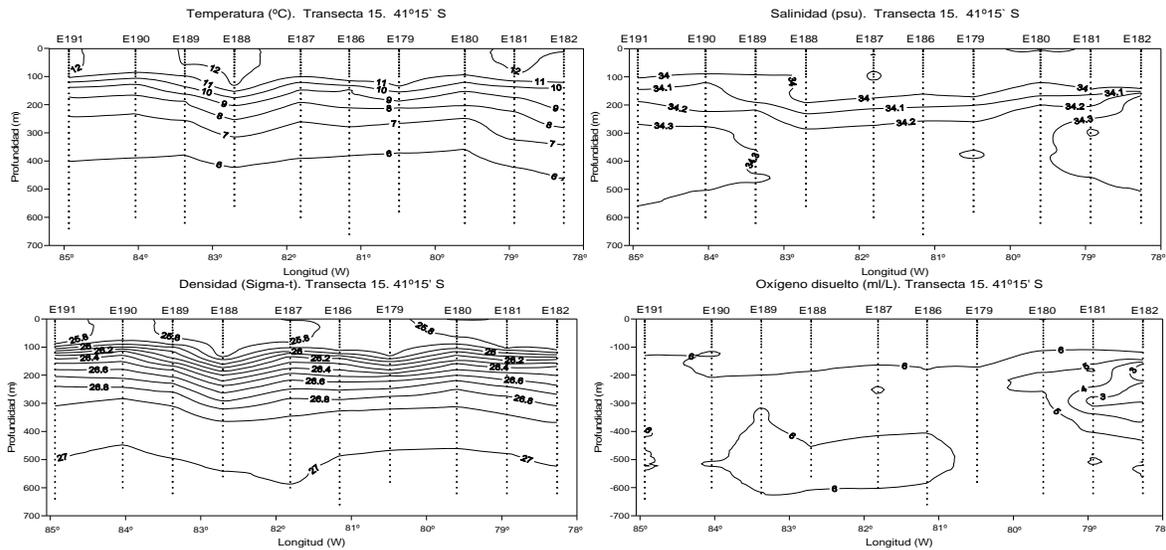


Figura 52. Transecta 15. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).

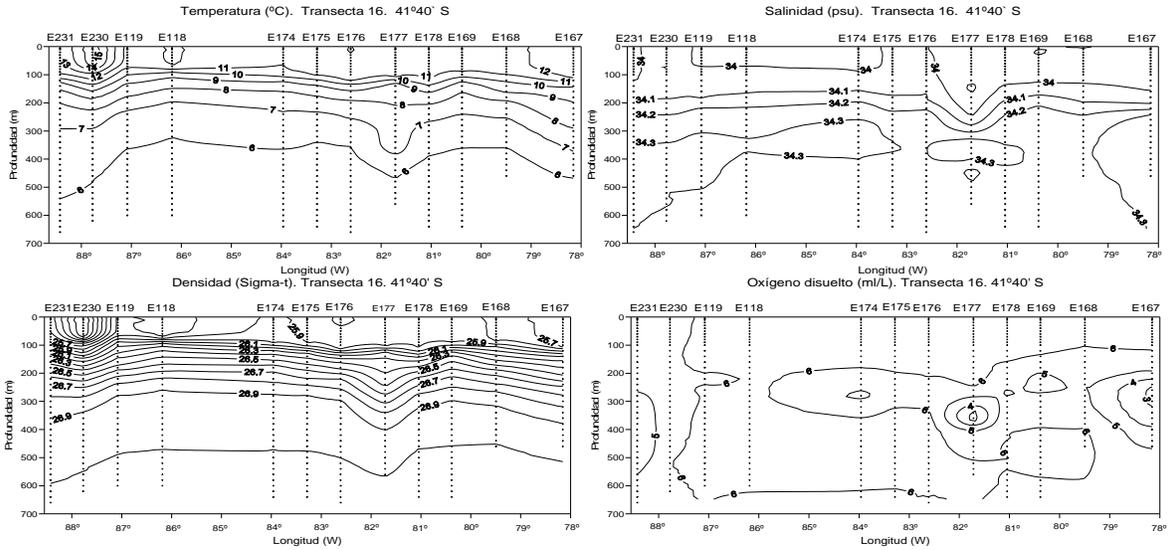


Figura 53. Transecta 16. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y ox3geno disuelto (ml L^{-1}).

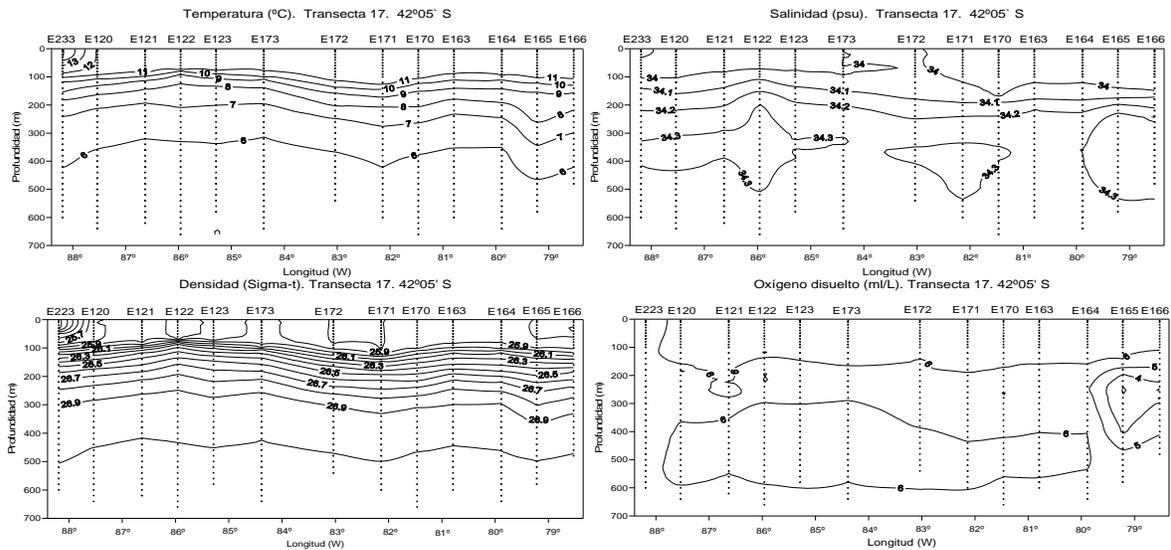


Figura 54. Transecta 17. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y ox3geno disuelto (ml L^{-1}).

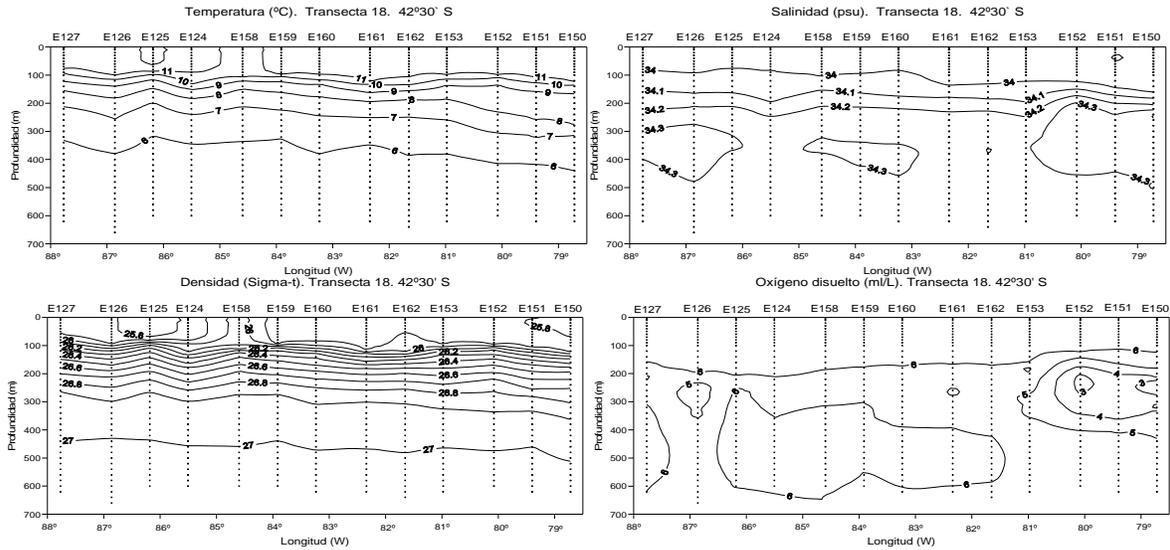


Figura 55. Transecta 18. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).

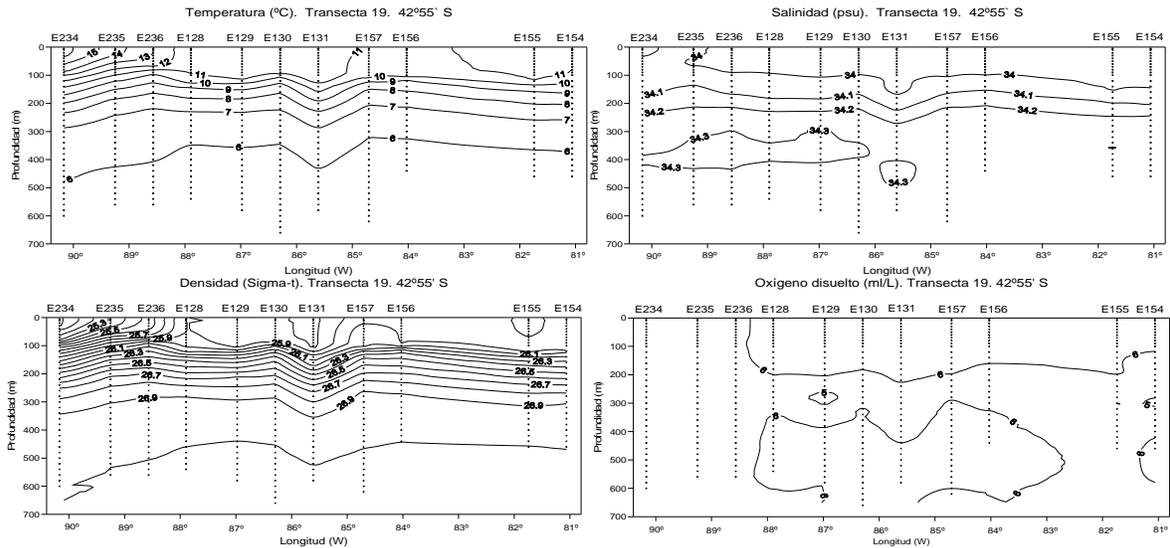


Figura 56. Transecta 19. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).

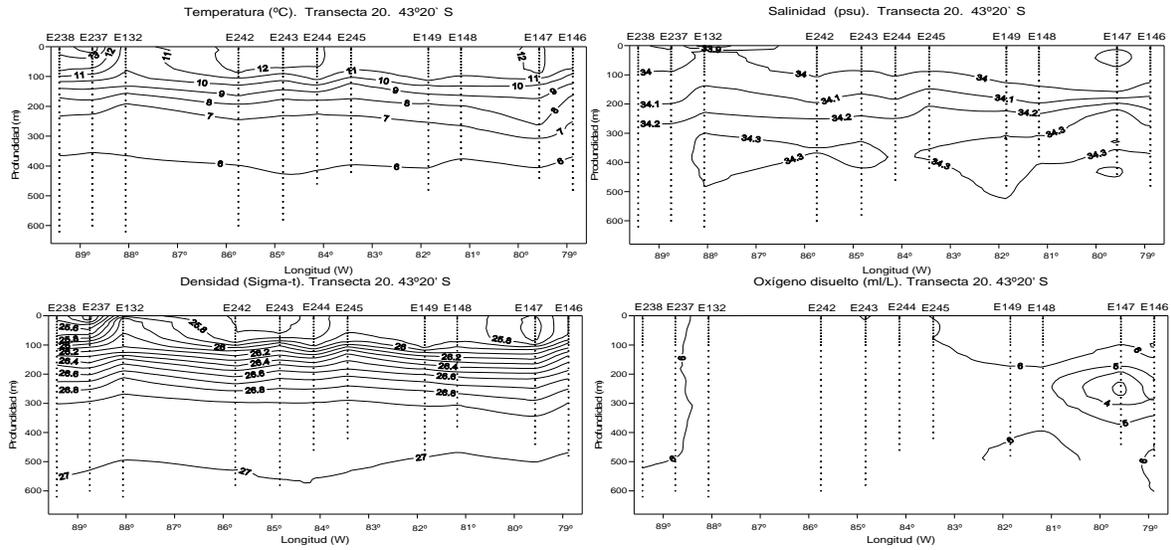


Figura 57. Transecta 20. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).

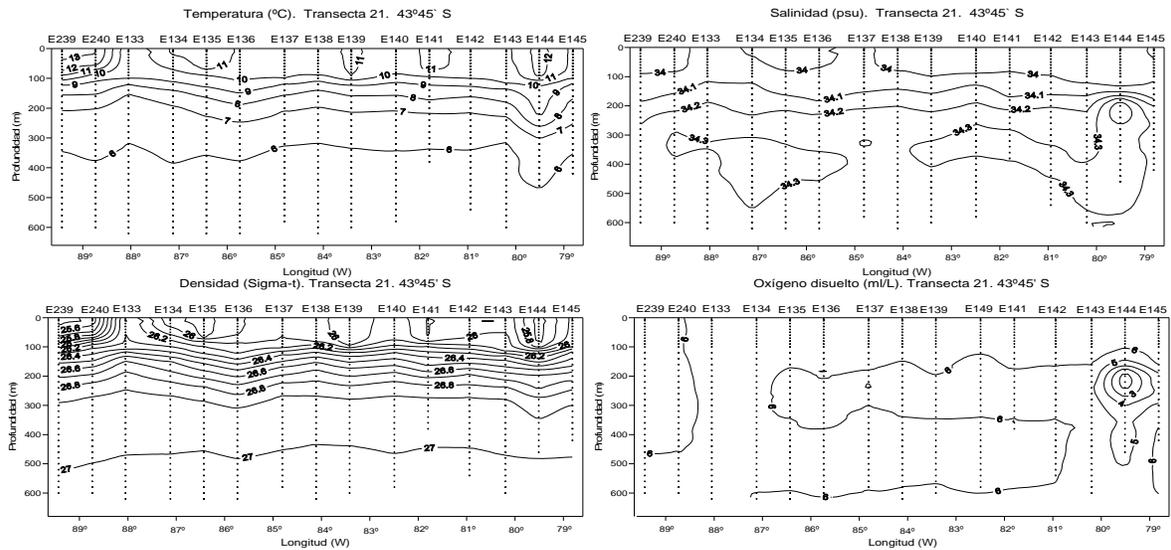


Figura 58. Transecta 21. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).

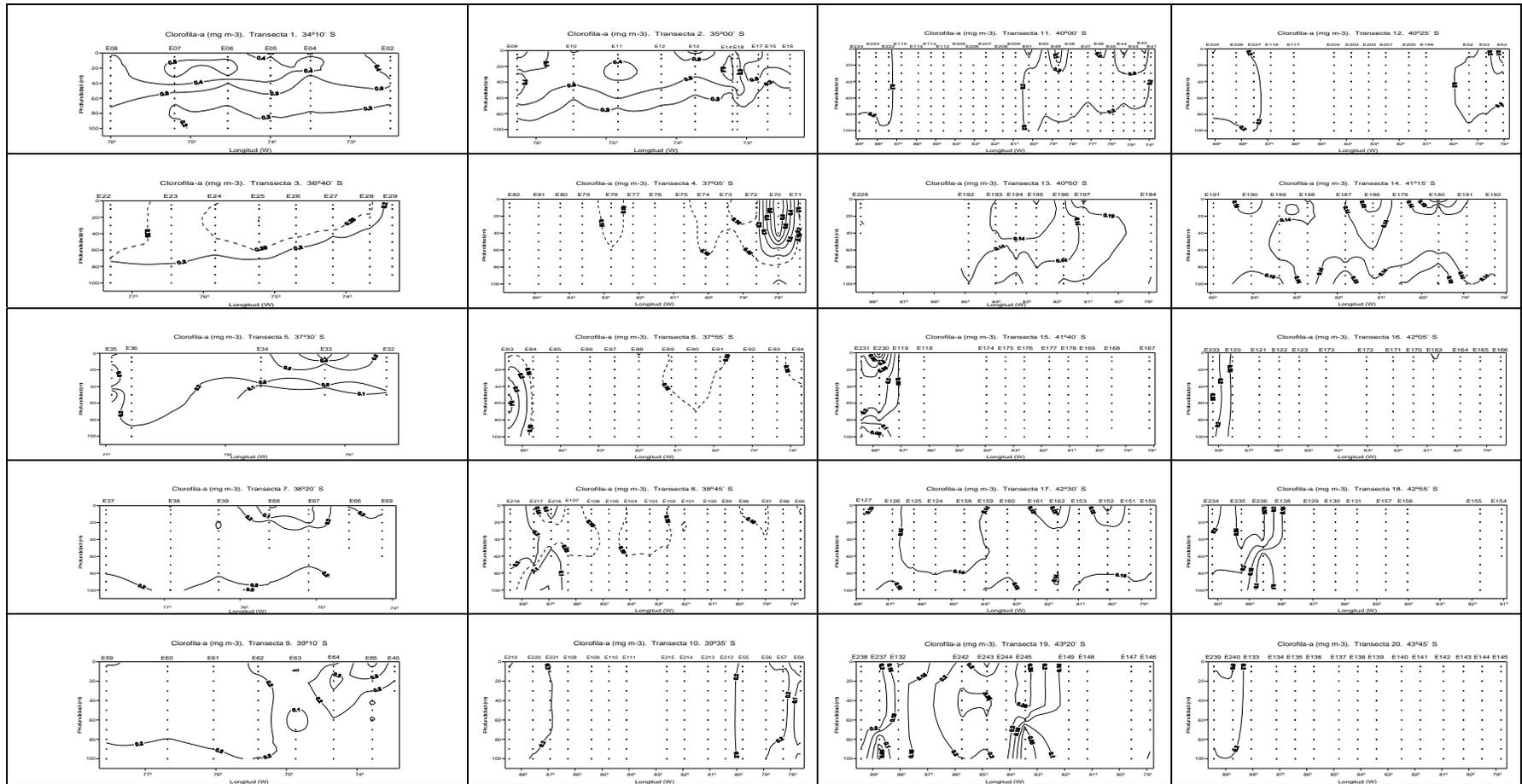


Figura 59. Secciones verticales de clorofila-a (mg m^{-3}) en la zona de estudio.

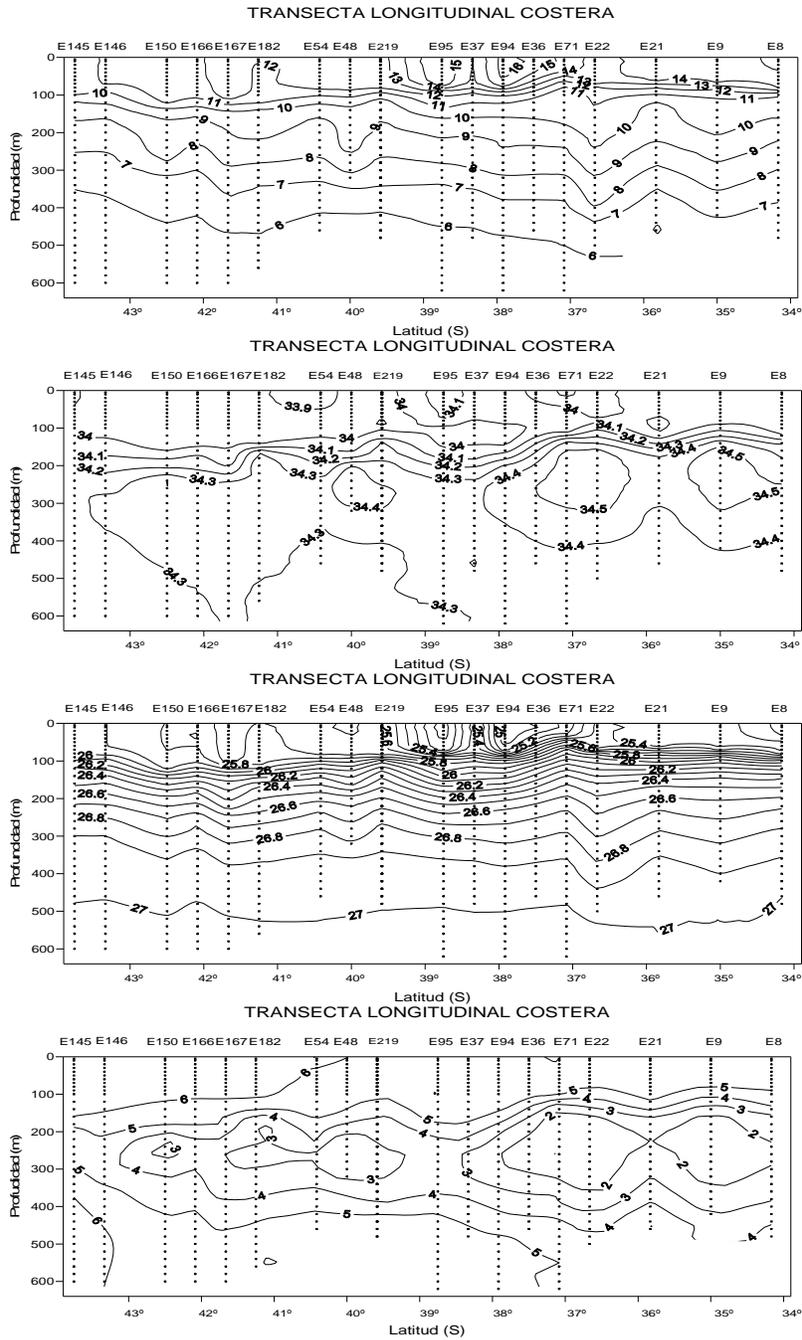


Figura 60. Transecta longitudinal costera (~79°W). Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L⁻¹).

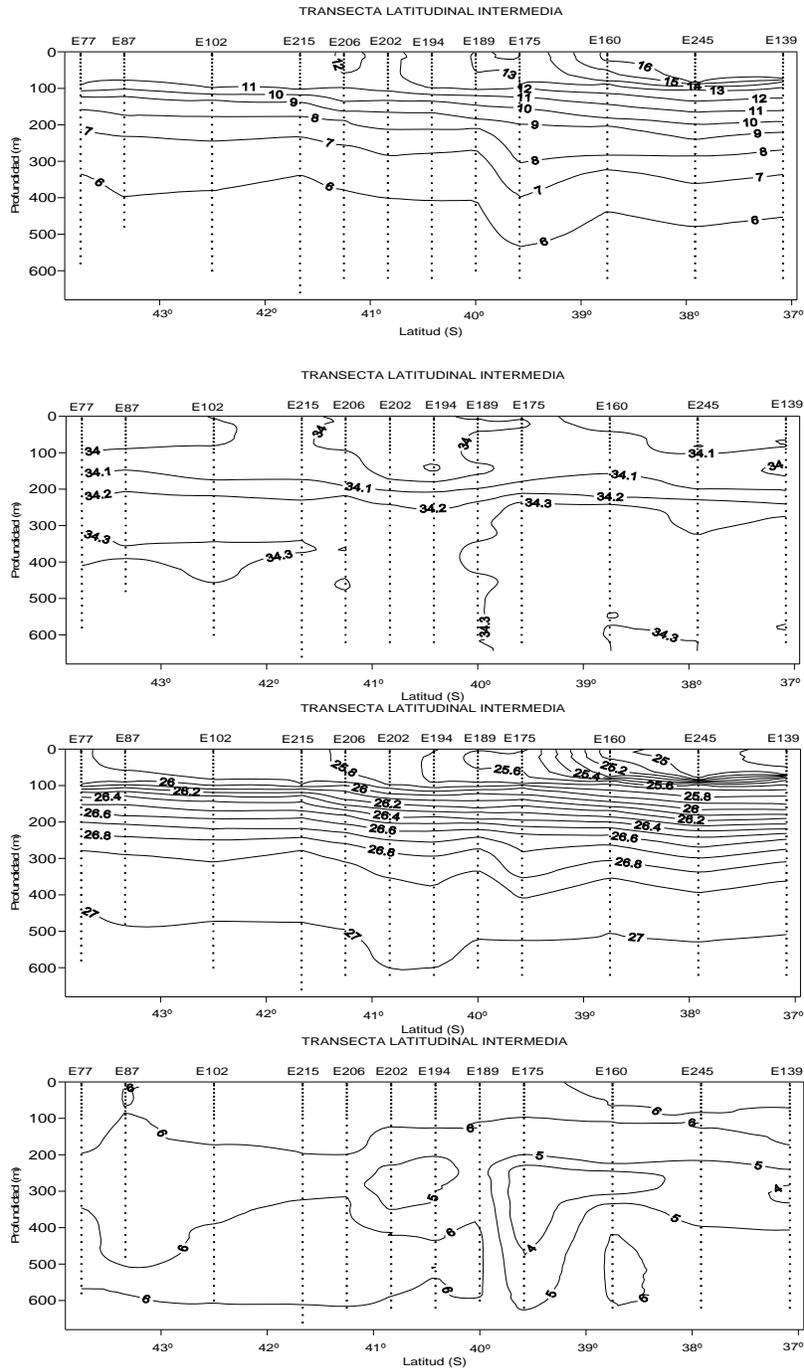


Figura 61. Transecta longitudinal intermedia (~84°W). Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}).

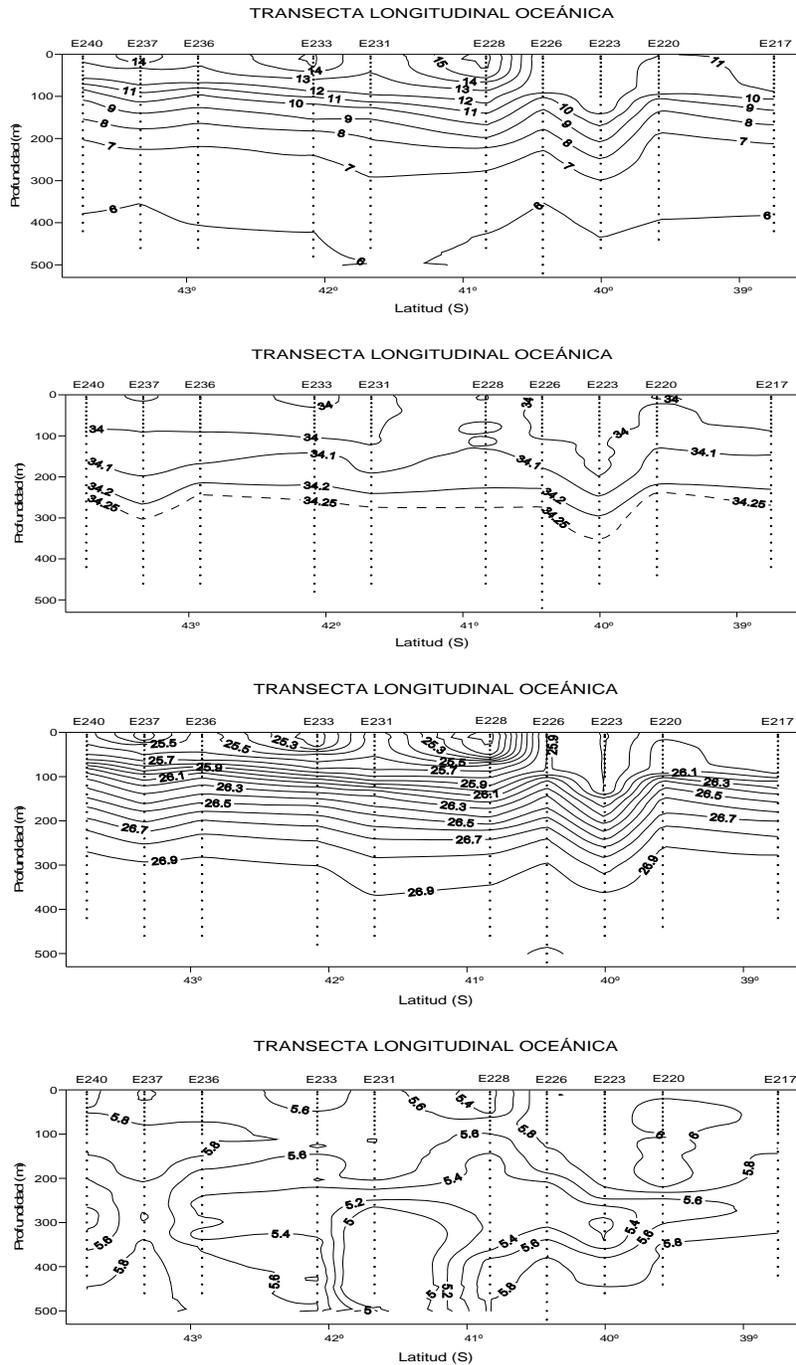


Figura 62. Transecta longitudinal oceánica (~88°W). Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml L⁻¹).

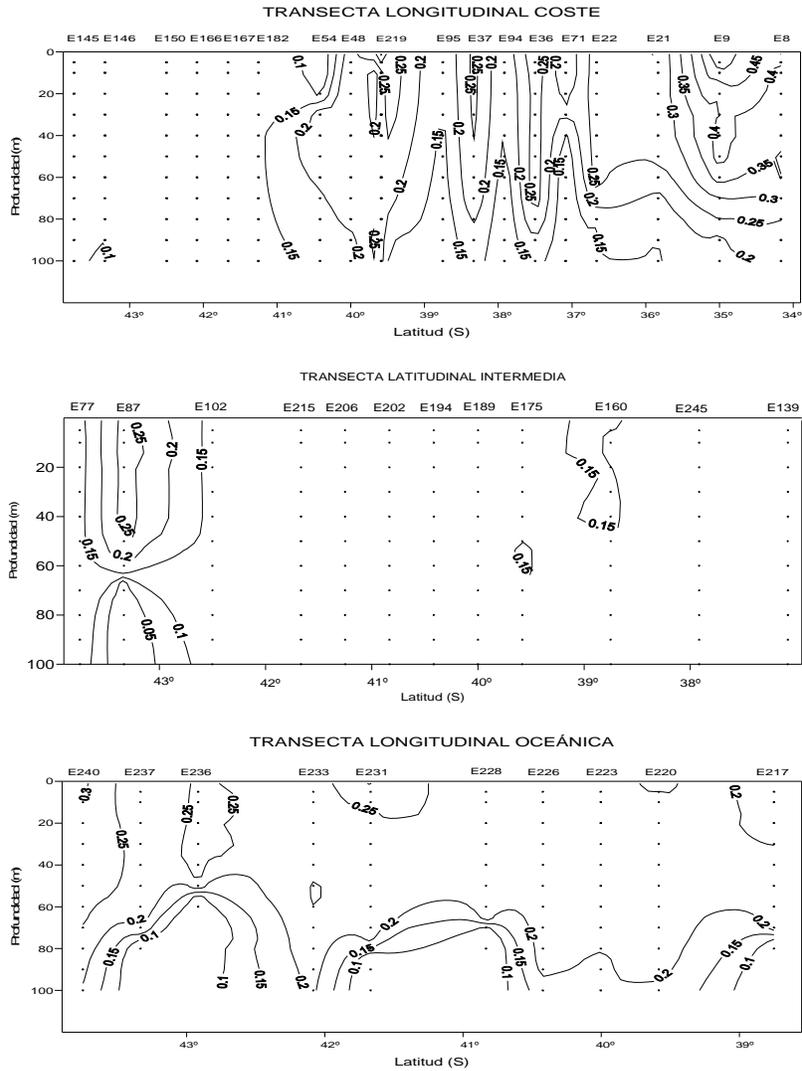


Figura 63. Transectas longitudinales de clorofila-a (mg m^{-3}). Secciones costera (79°W), intermedia (84°W) y oceánica (88°W).

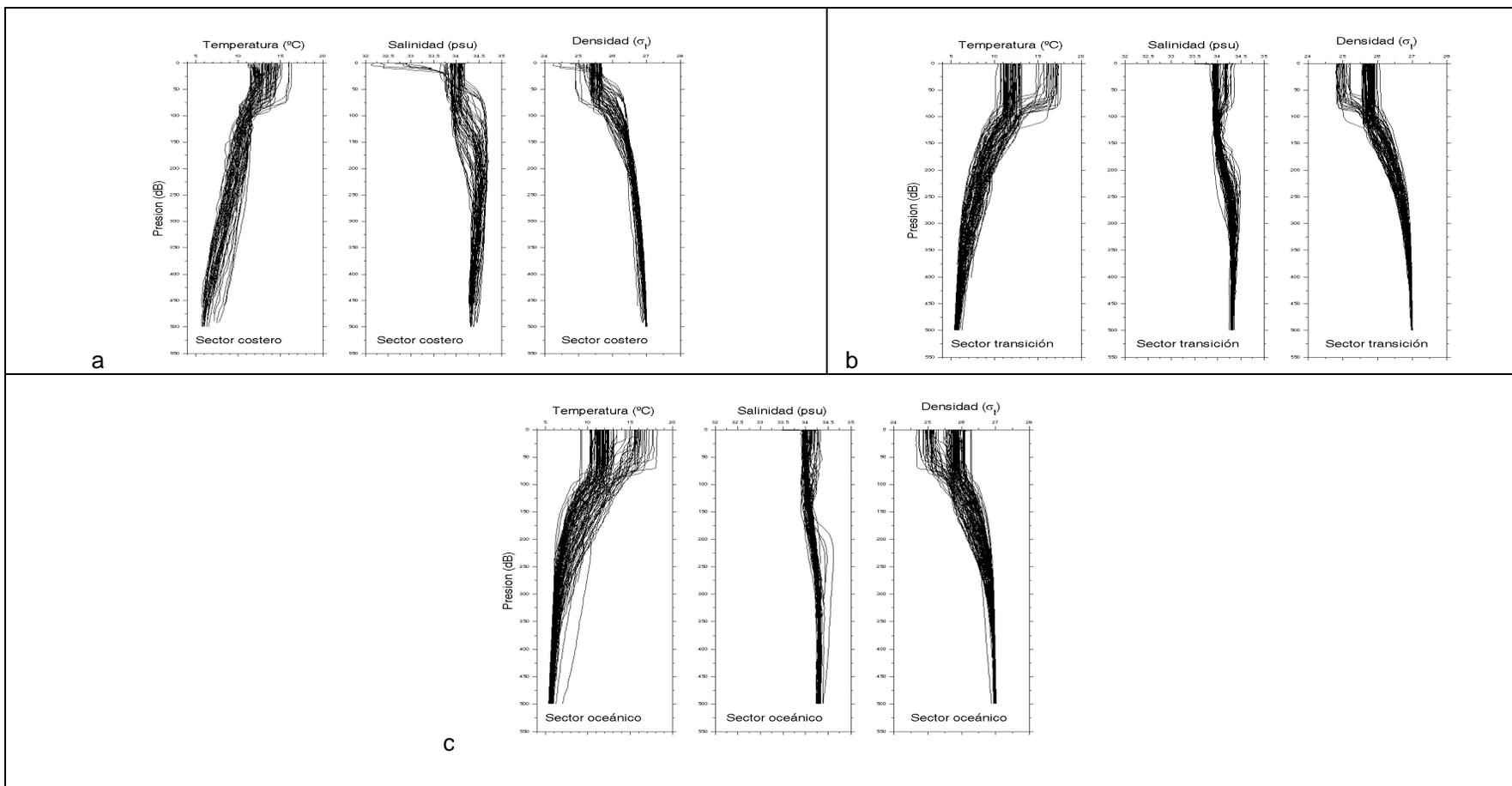


Figura 64.- Perfiles individuales de temperatura ($^{\circ}$ C), salinidad (psu) y densidad (σ_t) para el sector oce3nico.

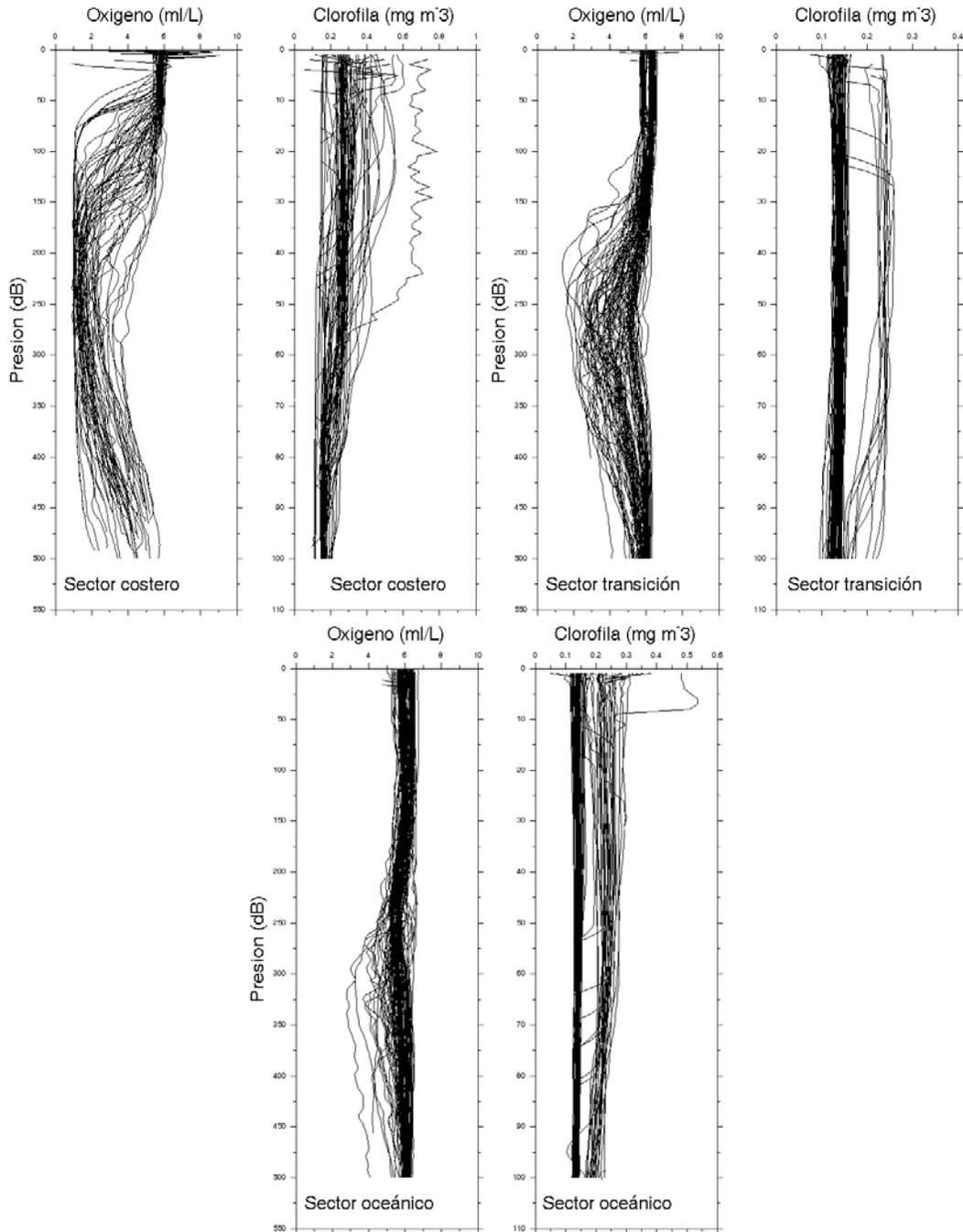


Figura 65. Perfiles individuales de la concentraci3n de ox3geno disuelto (ml L^{-1}) y de clorofila-a (mg m^{-3}) por sector de estudio.

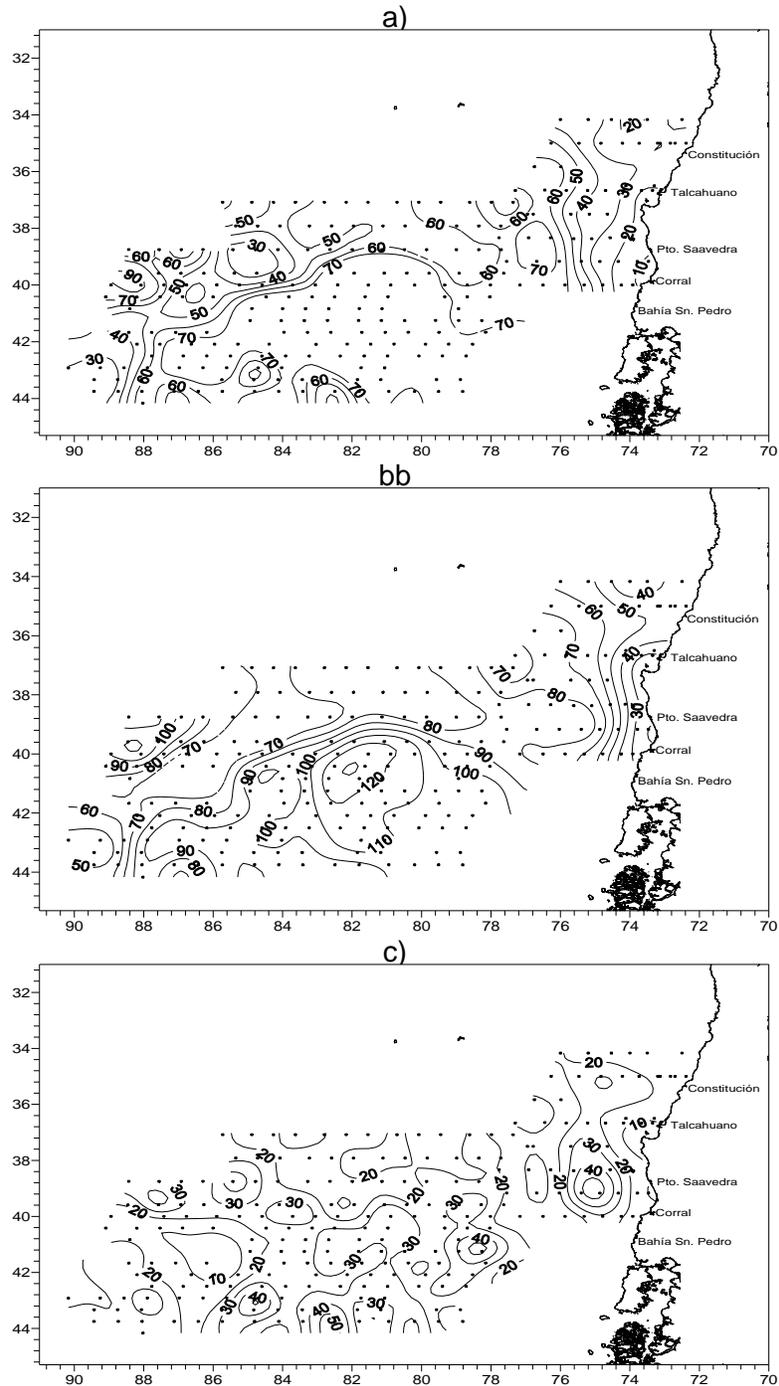


Figura 66. Distribuci3n espacial de a) profundidad capa de mezcla (m), b) profundidad base de la termocline (m) y espesor de la termocline (m) en la regi3n de estudio.

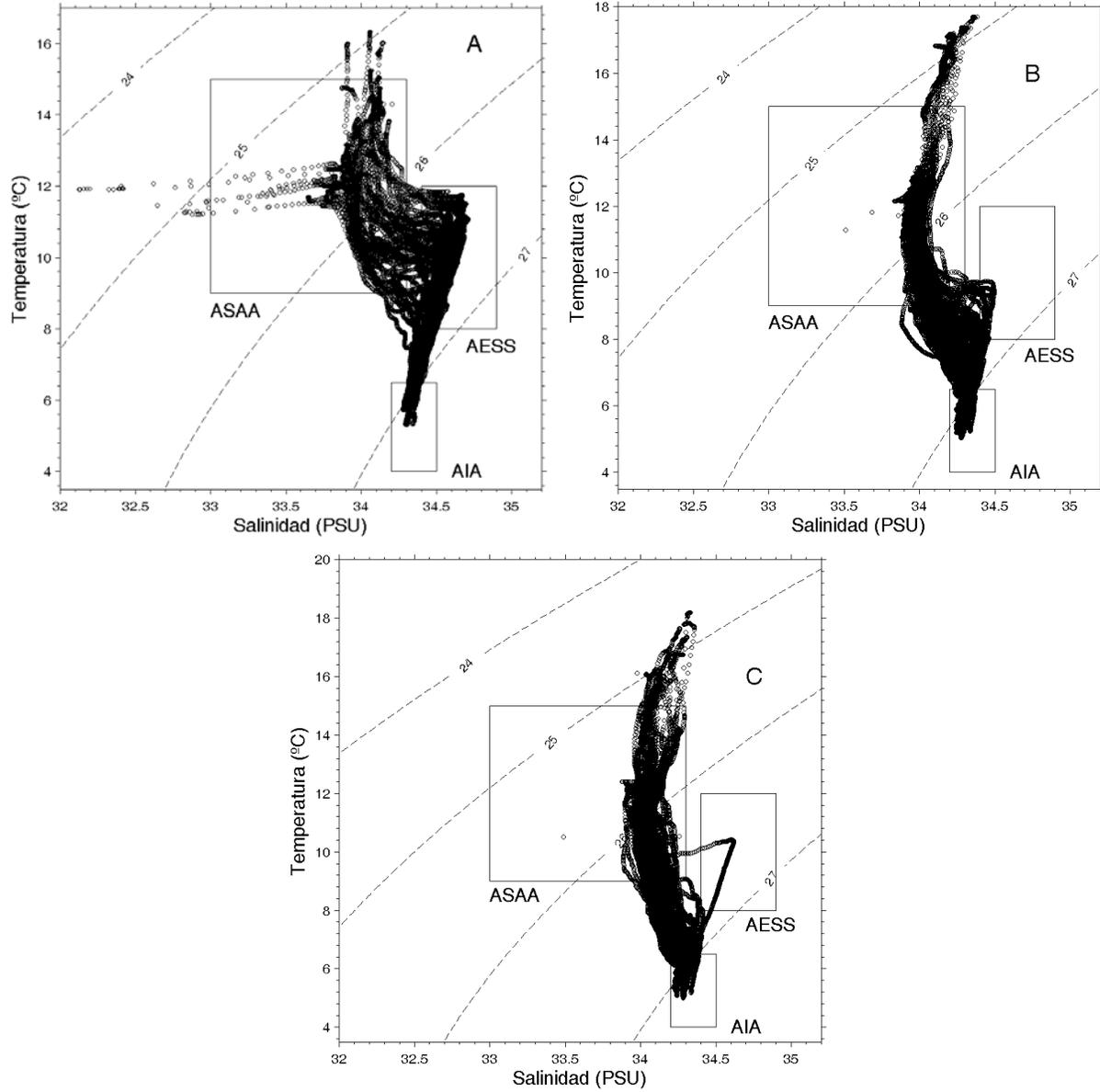


Figura 67. Diagramas TS para los sectores: (a) costero, (b) intermedio y, (c) oceánico.

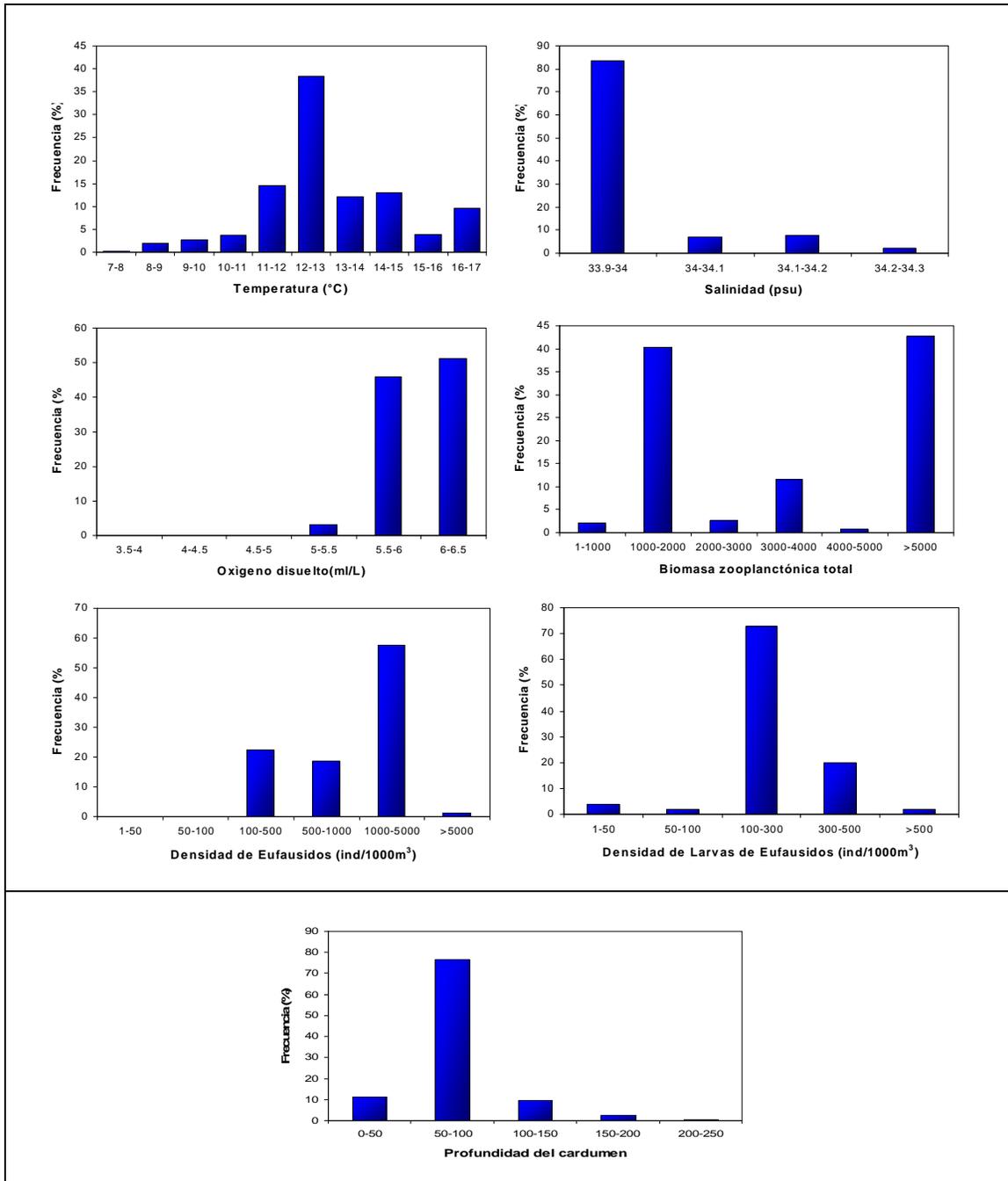


Figura 68. Rangos de profundidad jurel, temperatura (°C), salinidad (psu) y concentración de oxígeno disuelto (ml L⁻¹) a la profundidad media del recurso, y biomasa zooplanctónica total (ml 1000 m⁻³), densidad de eufáusidos y larvas de eufáusidos (ind 1000 m⁻³) a los cuales se encontró asociado el recurso.

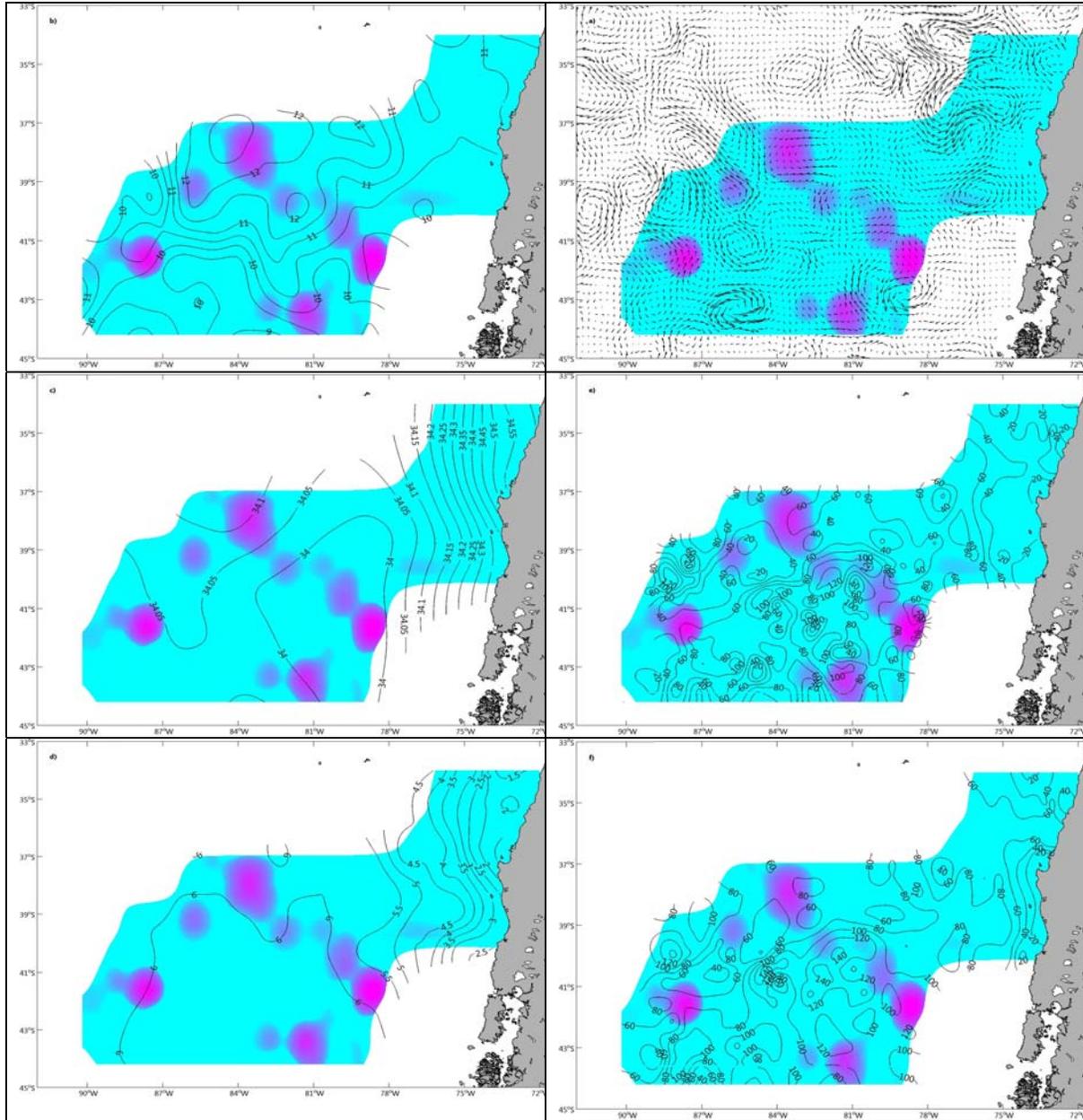


Figura 69. Distribuci3n espacial de la densidad ac3stica de jurel (ton mn^{-2}) y la temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), concentraci3n de ox3geno (ml L^{-1}), corrientes geostroficas (cm s^{-1}), la profundidad de la capa de mezcla (m) y la base de la termoclina (m)

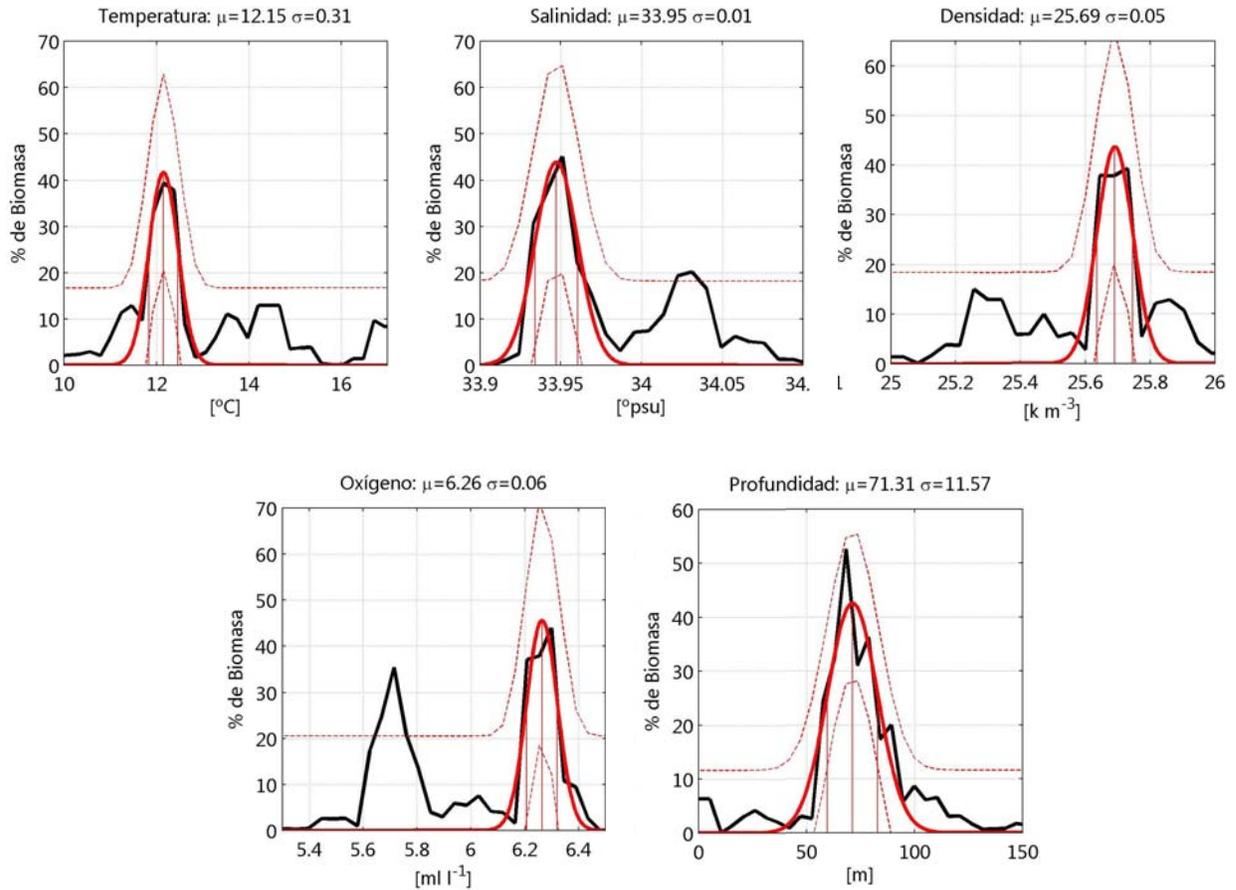


Figura 70. Rangos ambientales para la densidad acústica de jurel en la zona centro-sur de Chile. Líneas rojas representan el ajuste de una función Gaussiana, líneas rojas verticales indican el promedio y la desviación estándar, líneas punteadas indican el intervalo de confianza del 99,5%.

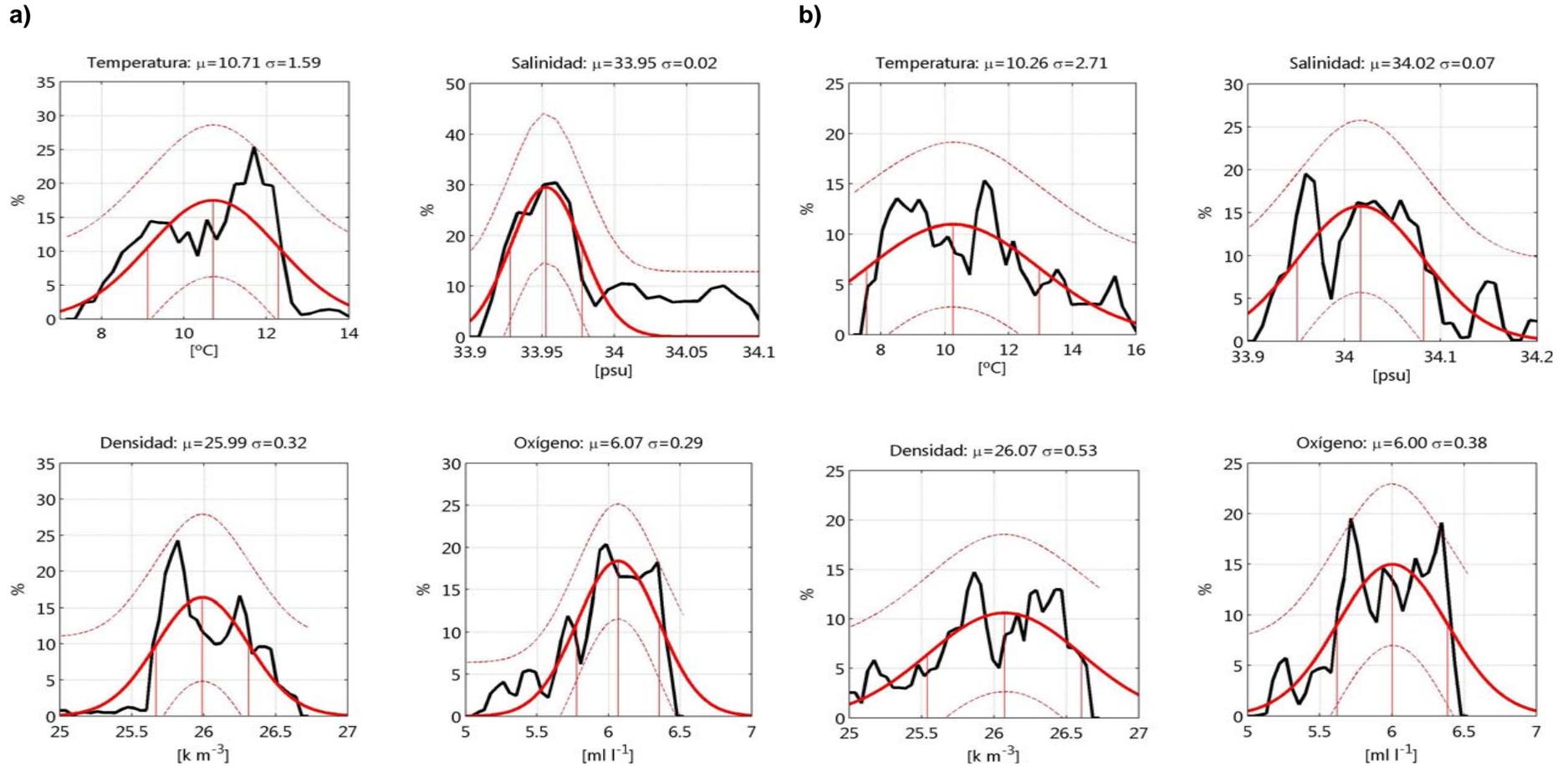


Figura 71. Rangos ambientales para a) la densidad de eufáusidos y b) sus larvas en el área de estudio. Líneas rojas representan el ajuste de una función Gaussiana, líneas rojas verticales indican el promedio y la desviación estándar, líneas punteadas indican el intervalo de confianza del 99,5%.

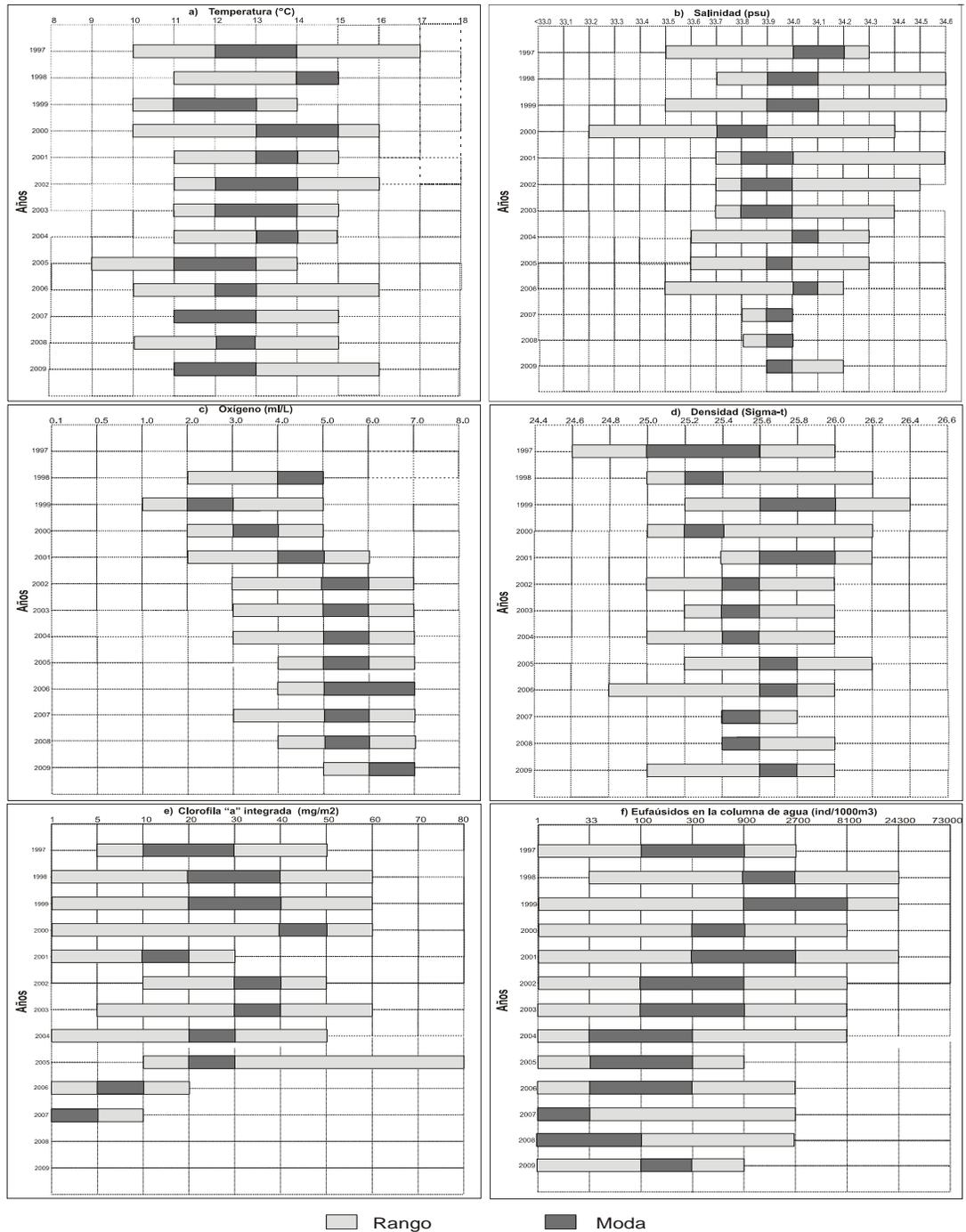


Figura 72. Rangos de distribución preferencial del jurel en relación a las variables ambientales entre 1997 y 2009, estrato 50 m. de profundidad.

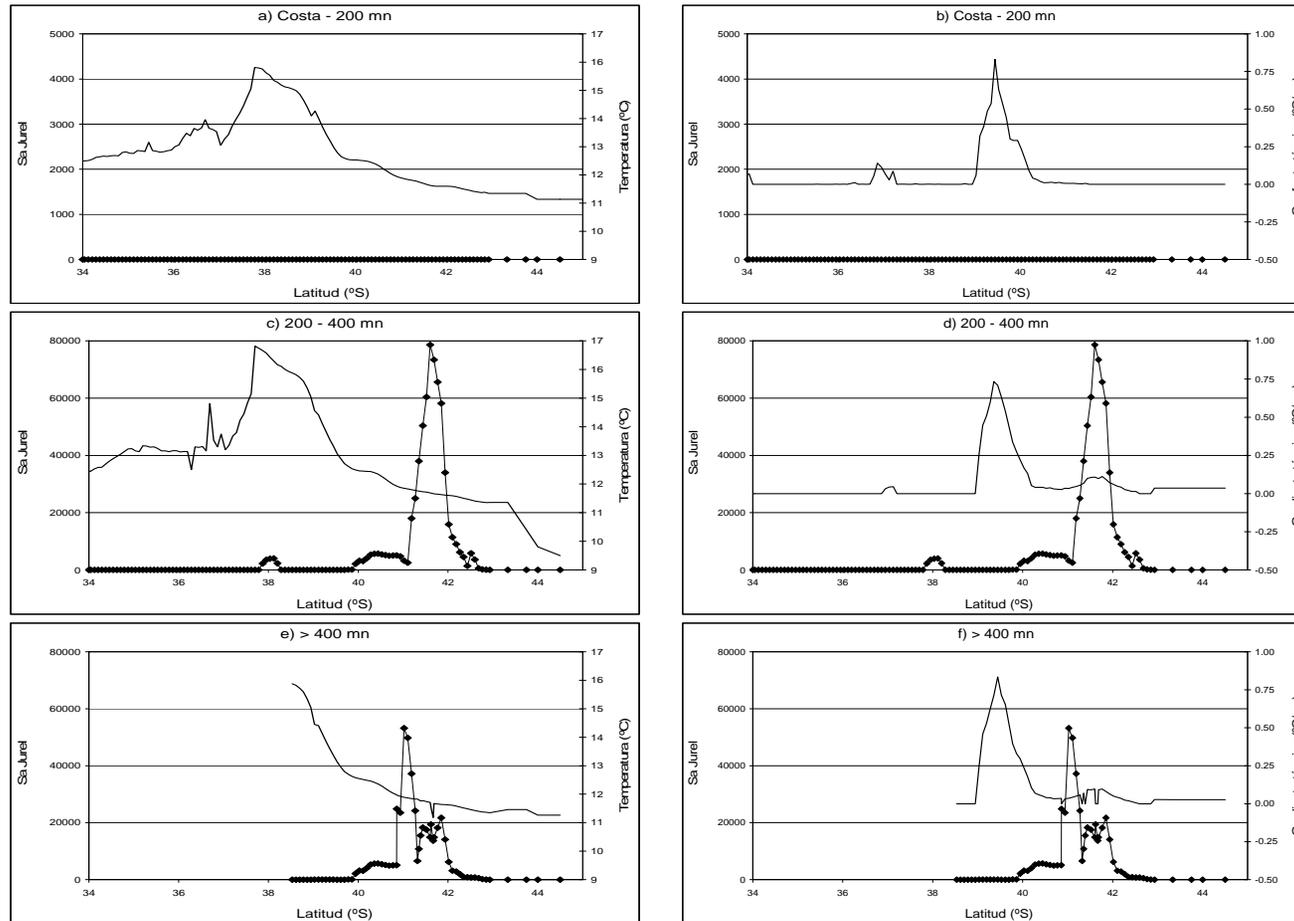


Figura 73. Señal latitudinal del jurel y su relación con la temperatura y el gradiente térmico en la capa de 51-100 metros: Costa-200 mn, 201-400 mn y > 400 mn.

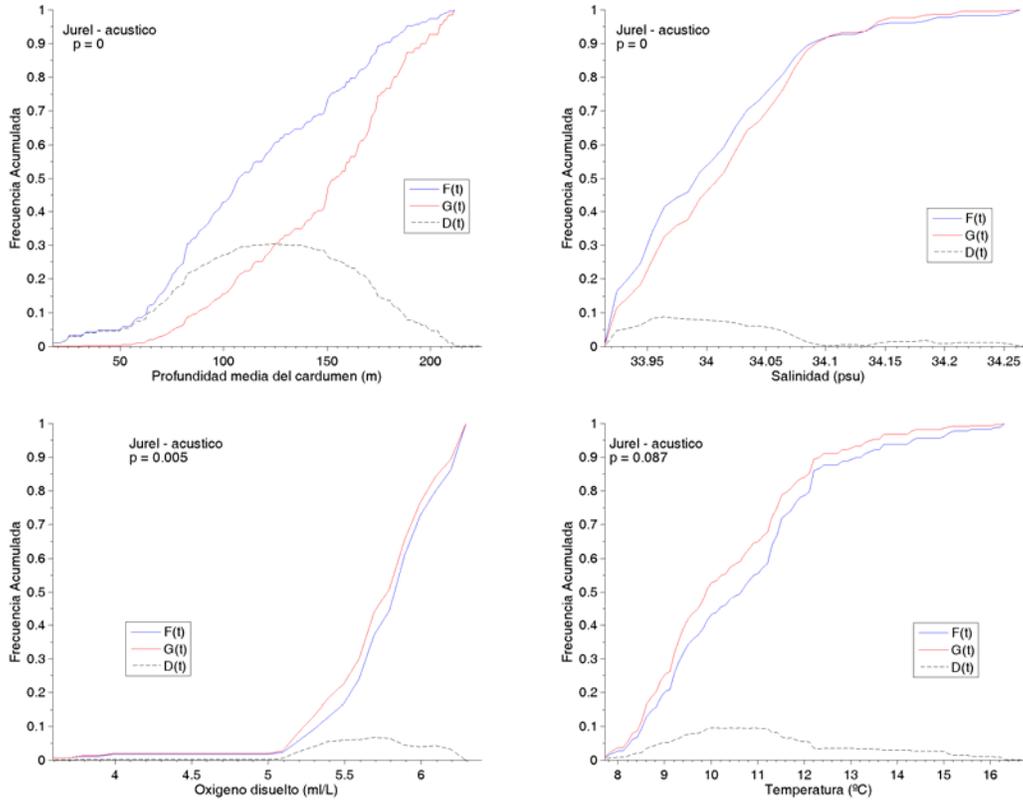


Figura 74. Funciones de distribución acumulativas empíricas para las variables ambientales ($f(t)$) y su ponderación con la variable pesquera ($g(t)$). Crucero invernal (Junio-Julio 2009).

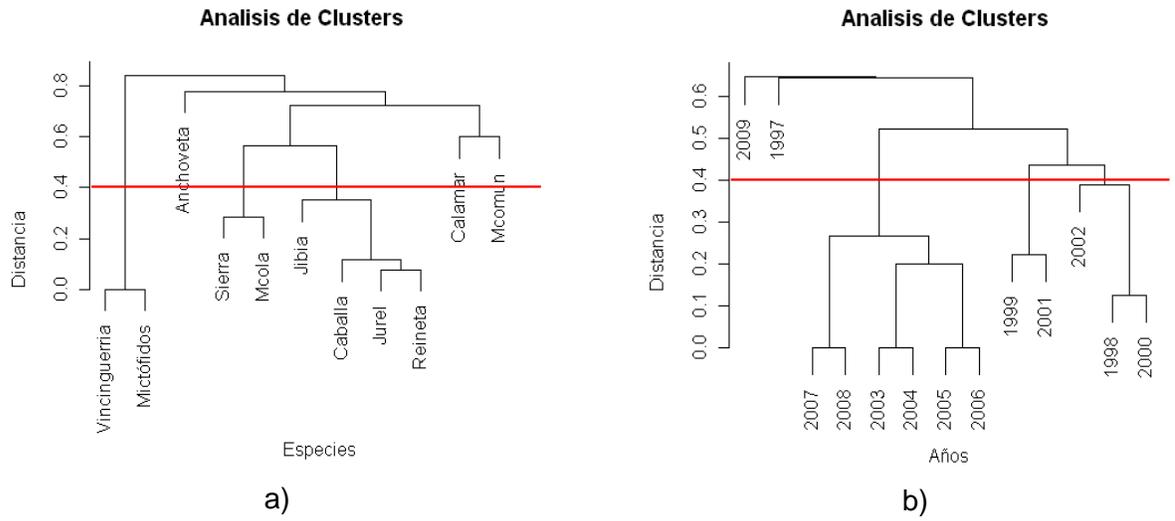


Figura 75. Dendrograma para periodo 1997 a 2009. a) por especie y b) por años.

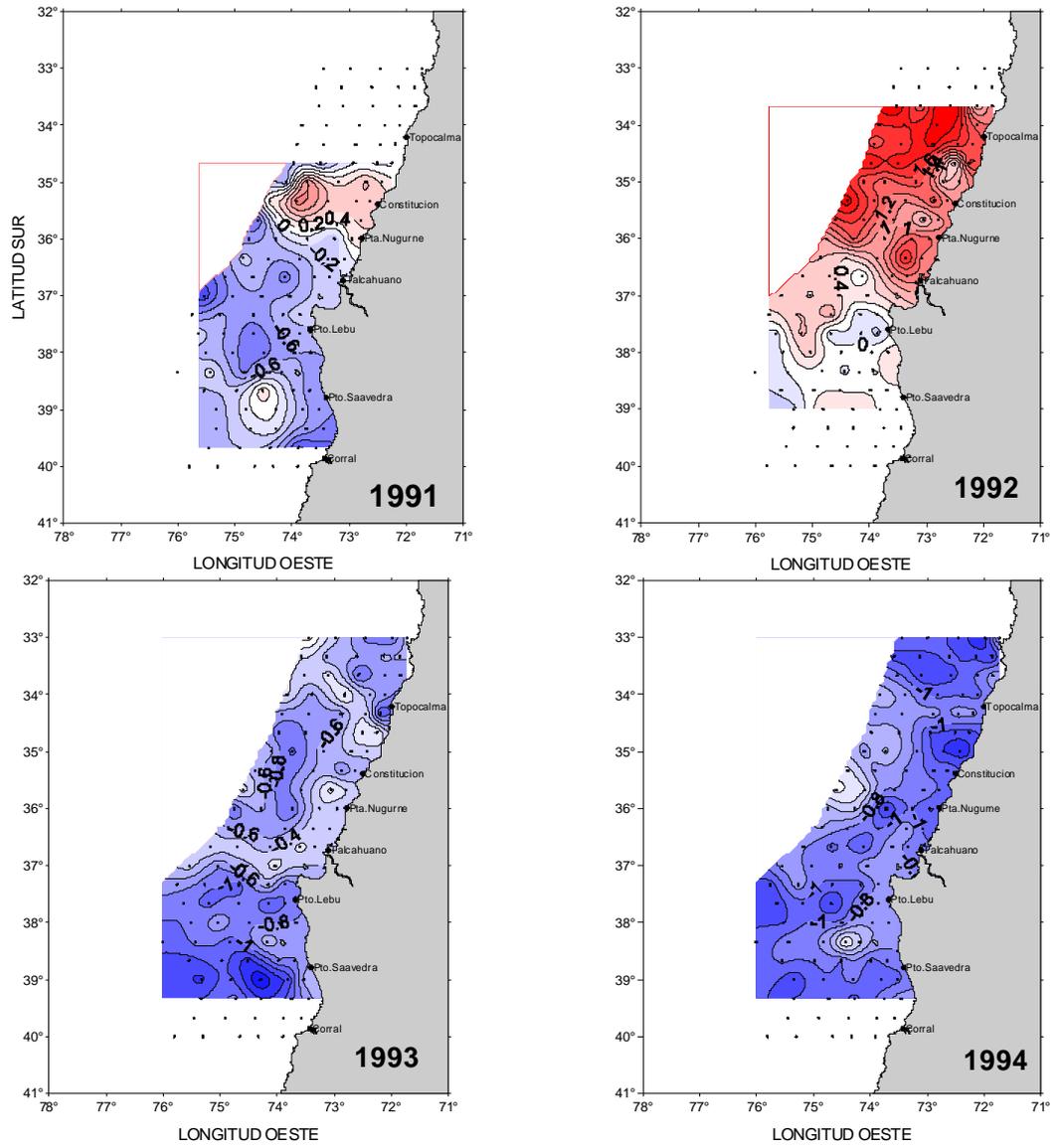


Figura 76. Anomalías térmicas superficiales en la zona de estudio (1991 a 1994)

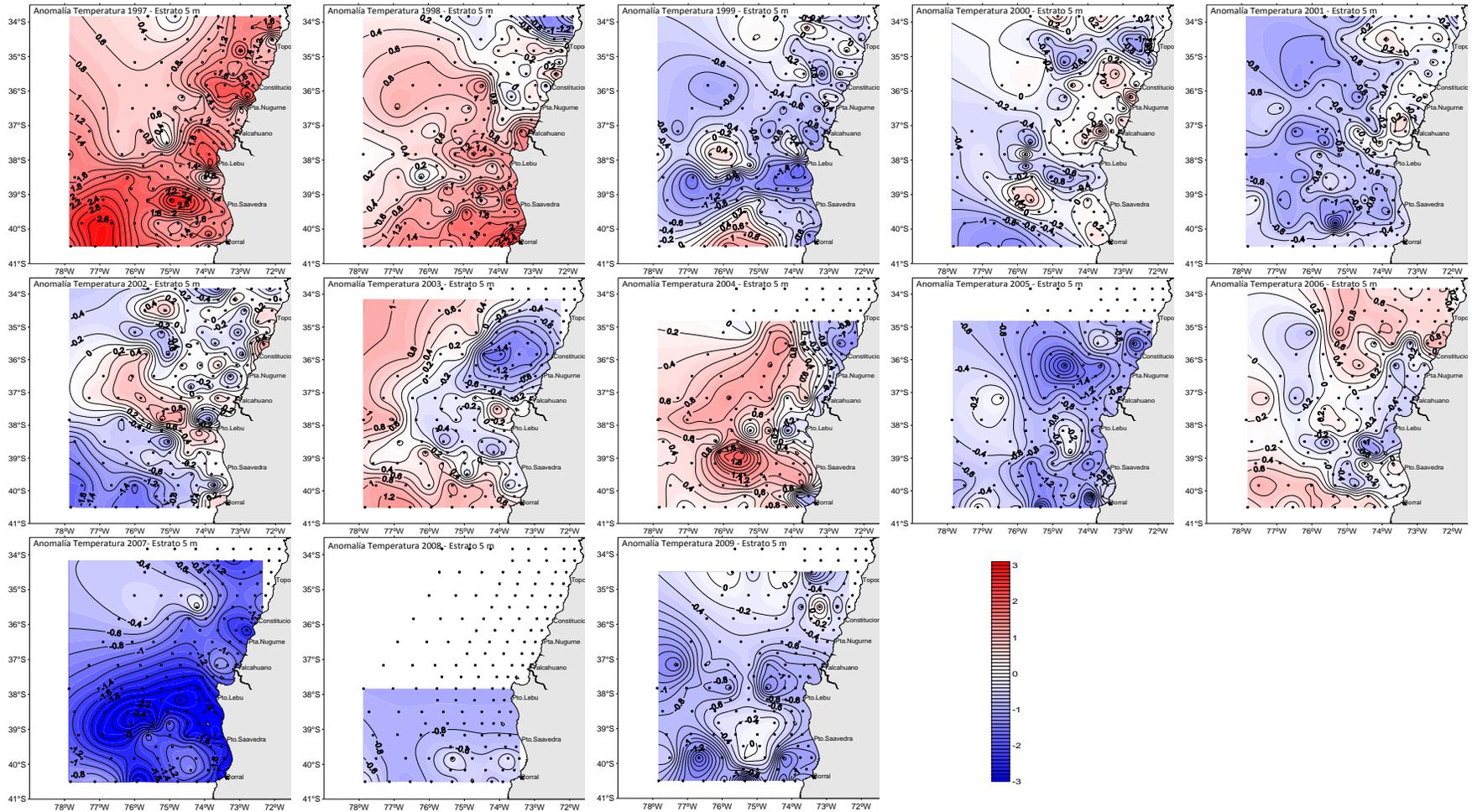


Figura 77. Anomalia t3rmicas superficiales en la zona de estudio (1997 a 2009).

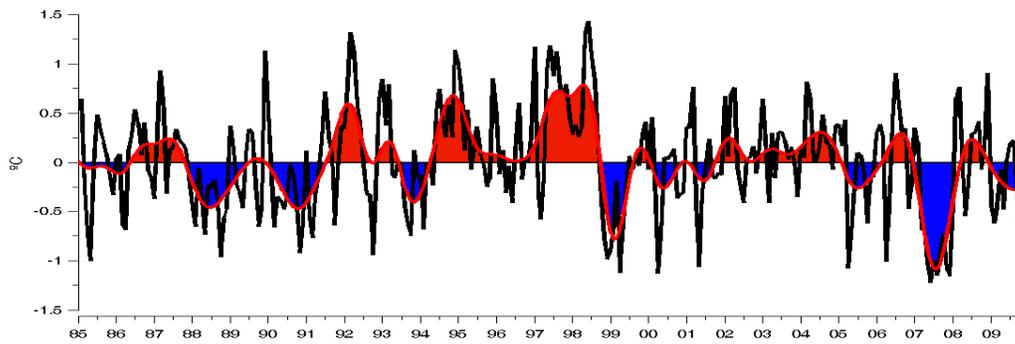


Figura 78. Serie de tiempo (enero 1985- junio 2009) de las anomalías de TSM para el área de estudio (33° -43° LS; 71°30 - 83° W) (Fuente: IGOSS).

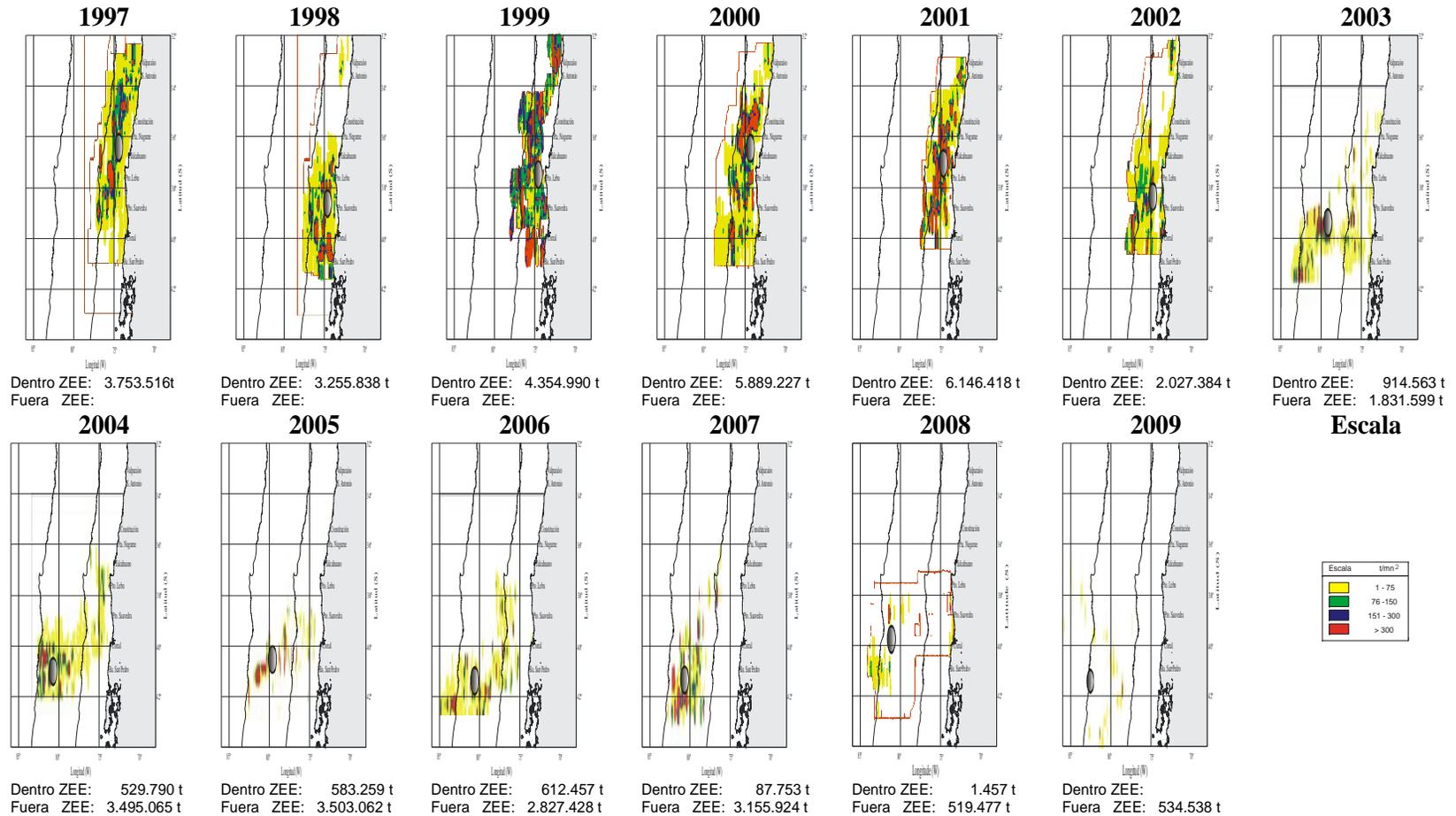


Figura 79. Centros de gravedad de la distribuci3n espacial de jurel en las evaluaciones ac3sticas.

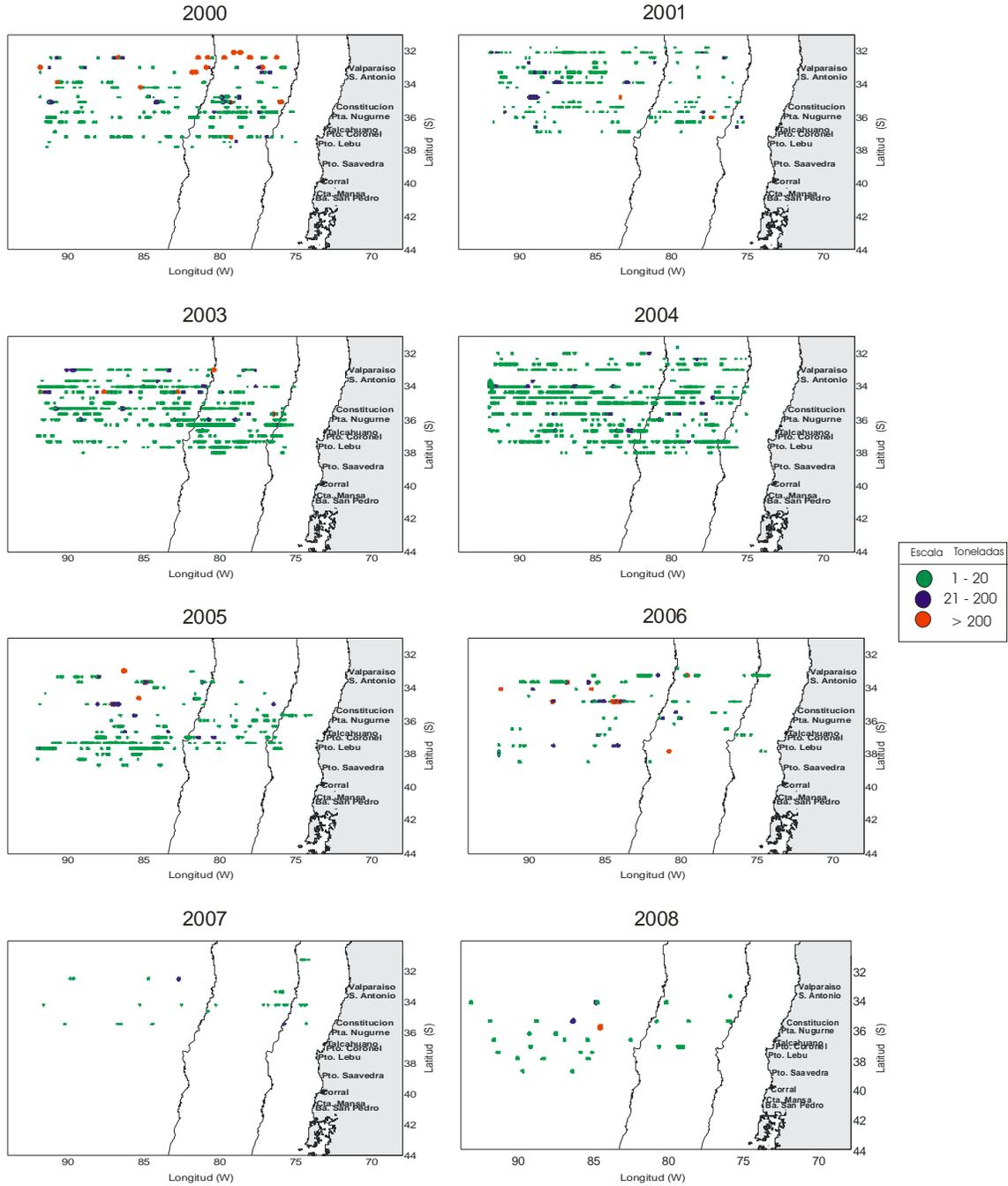


Figura 80. Distribuci3n de ecotrazos de jurel durante el per3odo de desove por a3o

ANEXOS

A N E X O I

**Comparación estructuras de talla de los
cruceros de evaluación y la flota de cerco
de la VIII Región**



COMPARACI3N DE ESTRUCTURA DE TALLA DE CRUCEROS Y FLOTA DE CERCO VIII REGI3N

Para el evaluaci3n de invierno del 2009, la informaci3n requerida para estudios biol3gicos, fue obtenida desde muestreos contempor3neos realizados en naves de la flota cerco industrial durante el crucero de evaluaci3n, en atenci3n al reducido n3mero de lances y la no captura de jurel por parte de las naves participantes en la evaluaci3n del recurso, dado la operaci3n en el sector sur-oce3nico y la amplia separaci3n entre si de las agregaciones de jurel, la cuales est3n mas accesible a la captura con arte de cerco, al requerir el arrastre una continuidad de ellas durante su recorrido en la zona de pesca.

En este sentido, para establecer si es necesario de corregir las estructuras de tama1o recolectadas a bordo de naves de cerco, se compar3 la composici3n de tama1o obtenidas en los cruceros de evaluaci3n (sistema arrastre a mediagua) y los registrados por la flota de cerco de la VIII Regi3n para el periodo 2002-2008, orientado a establecer posibles diferencias estadísticas significativas entre las estructuras de tallas colectadas por los dos diferentes sistemas de pesca. Atendiendo a que se ha utilizado diferente arte de pesca, y a que la flota industrial tiene una restricci3n respecto a la talla m3nima legal para la especie que corresponde a los 26 cent3metros de longitud de horquilla, parece natural tener ciertas aprehensiones respecto de la similitud de ambas estructura de tallas obtenidas de ambas capturas.

Luego, con el prop3sito de dilucidar respecto de esta duda se plante3 la hip3tesis de similitud entre las dos estructuras obtenidas con cada muestra., dada en los siguientes t3rminos:



H_0 : Las estructuras de talla obtenidas a partir de las capturas logradas con red de media agua son estadísticamente similares a las logradas con red de cerco y las diferencias observadas son causas del azar.

O bien puede ser expresada en los siguientes términos:

H_0 : Las dos muestras provienen de una misma poblaci3n.

La hip3tesis alternativa H_1 es planteada como una negaci3n de la hip3tesis nula.

Una forma alternativa en que podemos plantear la hip3tesis nula y alternativa puede ser en los siguientes términos:

$$H_0 : P_{1k} = P_{2k} \quad \forall k = 1, 2, \dots, k, \dots, K$$

$$H_1 : P_{1k} \neq P_{2k} \quad \text{para al menos al gunk} = 1, 2, \dots, k, \dots, K$$

En esta última hip3tesis se plantea que bastará que al menos para una clase de tallas en que se encuentren diferencias significativas o contribuya de manera importante a la estadística de prueba, bastaría para asumir que las dos estructura son estadísticamente diferentes. Para dilucidar sobre esta disyuntiva, se realizó una prueba de hip3tesis basado en una estadística de χ^2 para comparar dos distribuciones multinomiales, la cual intentara detectar cuan diferentes son ambas distribuciones en la totalidad de las clases coincidentes y, en particular, en aquella(s) en que no lo son.



Los resultados alcanzados muestran que no es posible aceptar la existencia de diferencias significativas entre las distribuciones de tallas de los cruceros y la flota de cerco, al obtener valores de chi cuadrado calculados inferiores a los de tabla ($\alpha = 0,5$), para la serie histórica recolectada en la zona centro sur del país (**Tabla 1**), razón por lo cual es posible considerar la estructura de talla de jurel proveniente de la flota para la estimación de la biomasa durante el 2009 (**Figura 1**). Resultado que refleja la presencia de ejemplares de mayor tamaño en la estructura de talla de estos años, por cuanto mayores diferencias se observan cuando la flota evita la captura de ejemplares pequeños bajo la talla mínima legal (26 cm), como se registró durante e 1997 al 2001.

Asimismo, también se realizó un análisis entre la estructura de talla de los cruceros y su estructura de talla ponderada por rendimiento de captura y la densidad acústica en el entorno del lances de pesca de arrastre, utilizando la misma prueba estadística, obteniendo valores chi cuadrado menores a los de tablas (confianza 95%), que indican no existencia de diferencias significativas entre ambos tipos de distribución, razón por lo cual para las siguientes evaluaciones de jurel en la zona centro- sur, es posible considerar indistintamente ambos tipo estructura de tamaño e jurel (**Tabla 2, Figura 2**).

Tabla 1
Resultados de comparación estructura talla crucero y flota con prueba estadística de chii cuadrado

Años	X calculado	X Tabla ($\alpha=0.95$)	N
2002	16,5	55,5	39
2003	6,3	55,8	44
2004	8,9	55,8	43
2005	8,1	43,8	35
2006	13,6	43,8	29
2007	19,2	55,8	36
2008	5,9	38,9	26



Tabla 2
Resultados de comparaci3n estructura talla crucero y flota con prueba estadística de chii cuadrado

Años	X calculado	X Tabla ($\alpha=0.95$)	N
1997	14,2	55,8	42
1998	11	43,8	30
1999	2	55,8	42
2000	7,9	43,8	36
2001	3	43,8	30
2002	3,1	43,8	32
2003	7,6	43,8	37
2004	13,4	43,8	36
2005	16,5	43,8	32
2006	17,3	41,3	28
2007	15	43,8	32
2008	18,1	36,4	24

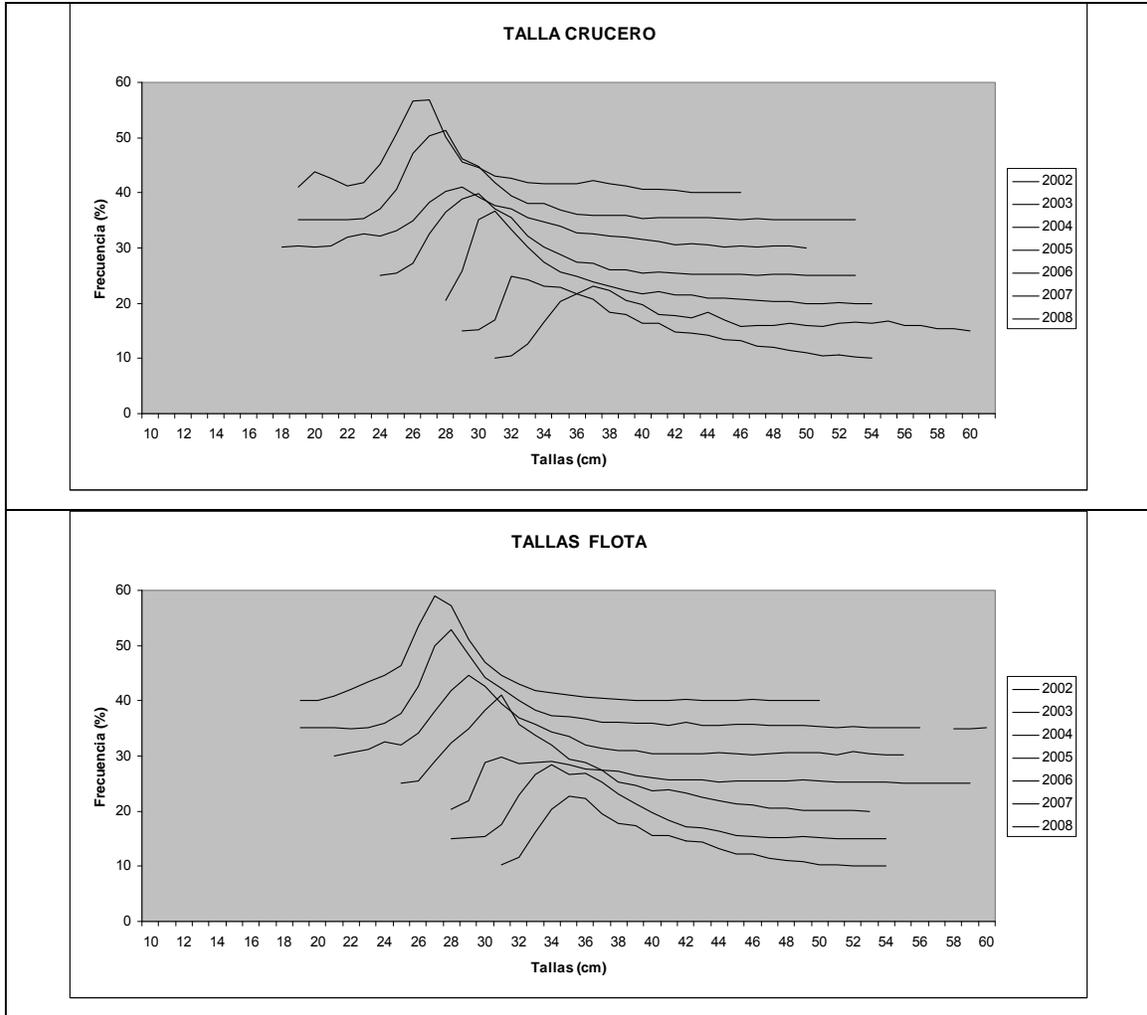


Figura 1. Estructura de tallas de los crucero y la flota de cerco VIII regi3n (2002-2008).

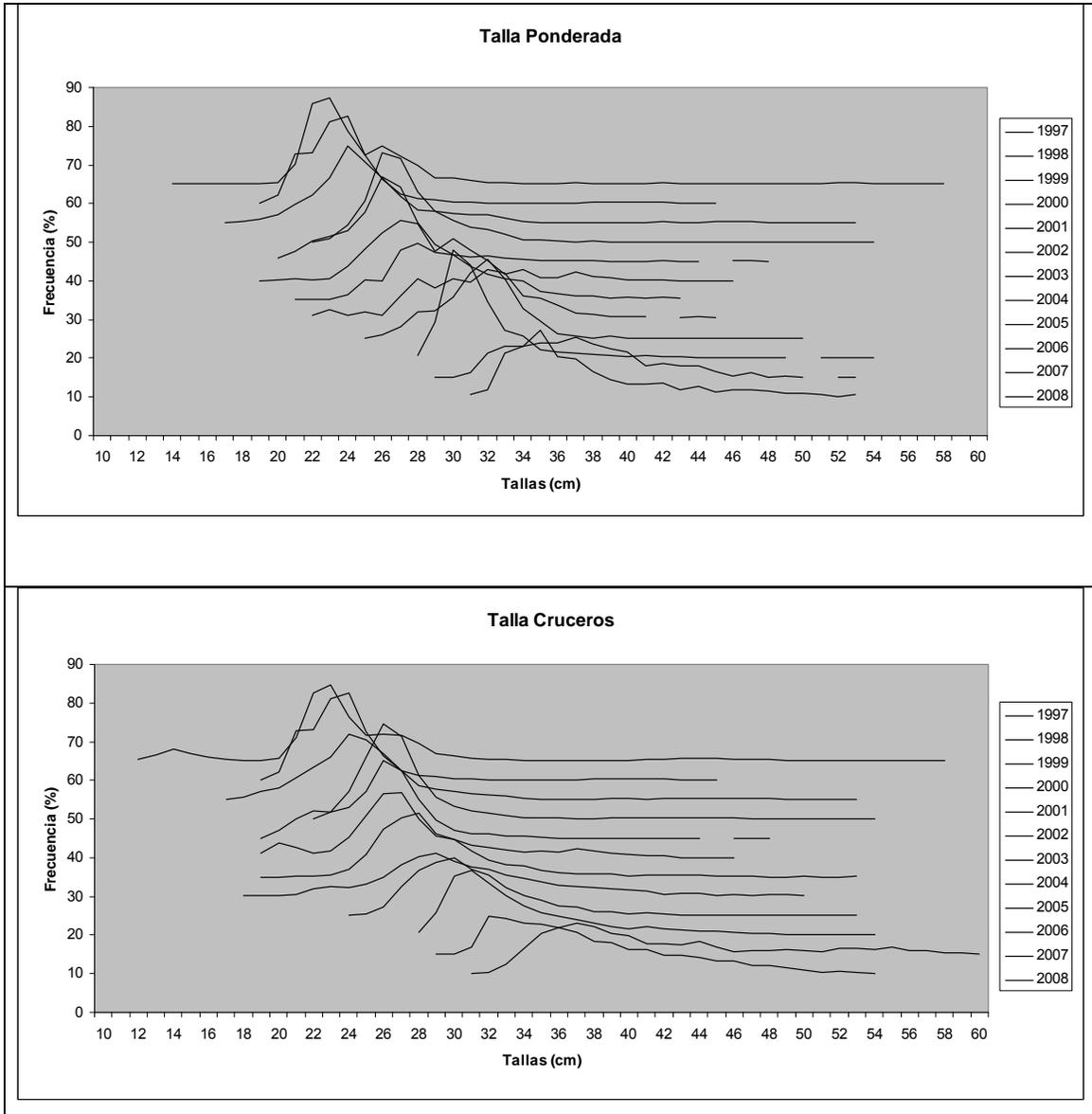


Figura 2. Estructura de tallas de los cruceros y la ponderada (1997-2008).

A N E X O II

**Comparación de biomásas de jurel
estimadas por metodología usada
1997-2007 y 2008-2009**



METODOLOGÍA USADA PARA ESTIMAR LA BIOMASA DE JUREL ENTRE LOS AÑOS 1997-2007 Y 2008 -2009

Desde 1997 al 2007, la estimación de biomasa y abundancia de jurel en la zona centro sur del país, consideró el calculo de la biomasa y abundancia total del recuso y luego su distribución a la talla. Procedimiento que a partir del 2008, se modifica al invertir el proceso estimando la abundancia y biomasa a la talla y luego el total como la sumatoria para el área de distribución del recurso.

I).- METODOLOGÍA (1997- 2007)

a) Biomasa

La biomasa (\hat{B}) total, se estimó según:

$$\hat{B} = \hat{A} * \hat{R} * \hat{C}_b$$

donde:

\hat{A} = área de distribución del recurso en millas náuticas cuadradas

\hat{R} = estimador de razón de la densidad media

\hat{C}_b = coeficiente de ecointegración ($t * mn^{-2} * Sa^{-1}$)

La razón (\hat{R}), equivale a las lecturas acústicas promedios del ecointegrador por intervalo básico de muestreo, estimado como:



$$\hat{R} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{\sum_{i=1}^n Y_i}$$

donde:

- n = número de transectas en la muestra
- x_i = densidad de la transecta i-ésima
- y_i = número de I.B.M en la transecta i-ésima

Estimado de razón que se obtiene mediante los métodos de, Conglomerado de tamaños desiguales (Hansen *et al.*, 1954); Estratos agrupados (Volter, 1985); Método bootstrap (Robotham y Castillo, 1990) y Variables Regionalizadas (Petitgas 1991).

y

$$\hat{C}_b = \frac{Sa * \bar{w} * 10^3}{\frac{TS}{4\pi * 10^{10}}}$$

- \bar{w} = peso a longitud media
- TS = Fuerza de blanco a la longitud media
- Sa = Densidad.acústica (energía retrodispersada)

El estimador de varianza de la biomasa, se expresa según:

$$\hat{V}(\hat{B}) = \hat{A}^2 * \hat{V}_i(C_b * \hat{R})$$



al expandir,

$$\hat{V}_{(B)} = \hat{A}^2 * (C_b^2 * \hat{V}_{(R)} + R^2 * \hat{V}_{(Cb)} - \hat{V}_{(Cb)} * \hat{V}_{(R)})$$

donde: \hat{V}_{Cb} , es la varianza de la constante de eointegración (Miranda, 1999)

$$\hat{V}_{\hat{C}_b} = \left[\frac{2,302585 * \bar{w}_k}{4 * \pi * 10^{\left(\frac{TS}{10} + 3\right)}} \right]^2 * \left[\frac{\hat{V}_{(\bar{w}_k)}}{\bar{w}_k^2} + \frac{\hat{V}\left(\frac{TS}{10}\right)}{10^2} \right]$$

y, $\hat{V}_{(\bar{w}_k)}$ es la varianza del peso

$$\hat{V}_{(\bar{w}_k)} = \frac{1}{n_k} * \frac{1}{n_k - 1} * \sum_{i=1}^{n_k} [w_{ik} - \bar{w}]^2$$

- n_k = número de datos observados en la talla
- w_{ik} = peso observado a la talla (promedio o mediana)
- \bar{w} = peso estimado a la talla (promedio o mediana)

y, $\hat{V}_{\left(\frac{TS}{10}\right)}$ es la varianza de la fuerza de blanco

$$\hat{V}_{\left(\frac{TS}{10}\right)} = \frac{(\log(L_k))^2 * \hat{V}_{(m)} + \hat{V}_{(b)} + 2(\log(L) * Cov_{(m,b)})}{10^2}$$

donde, $\hat{V}_{(b)}$ es la varianza del intercepto de la regresión TS-longitud



$$\hat{V}_{(b)} = \hat{\sigma}^2 * \frac{\sum_{i=1}^n L_i^2}{n * \sum_{i=1}^n [L_i - \bar{L}]^2}$$

$\hat{V}_{(m)}$, es la varianza de la pendiente de la regresi3n TS –longitud

$$\hat{V}_{(m)} = \hat{\sigma}^2 * \frac{1}{\sum_{i=1}^n [L_i - \bar{L}]^2}$$

$Cov_{(b,m)}$, es la covarianza

$$Cov_{(b,m)} = -\hat{\sigma}^2 * \frac{\bar{L}}{\sum_{i=1}^n [L_i - \bar{L}]^2}$$

$\hat{\sigma}^2$, es la varianza general de los residuos

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n} * \frac{1}{(n-2)} * \sum_{i=1}^n [TS_i - \hat{TS}_i]^2$$

donde,

- \bar{L} = longitud promedio o mediana
- L_i = longitud observada
- \hat{TS}_i = fuerza de blanco estimada por regresi3n TS - Longitud
- TS_i = fuerza de blanco observada
- n = n3mero de datos observados



Los estimadores de la varianza de la raz3n $\hat{V}_i(\hat{R})$ utilizados fueron; lo correspondientes a Hansen, Volter, Bootstrap y Variables Regionalizadas.

b) Abundancia

La abundancia en la zona "h" fue estimada mediante expresi3n:

$$\hat{X}_h = \frac{\hat{B}_h}{\bar{w}_h}$$

donde, \bar{w} es el peso promedio estimado en la zona "h"

La estimaci3n de la abundancia por clase de talla es seg3n:

$$\hat{X}_{hk} = \hat{X}_h * \hat{P}_{hk}$$

Donde la estimaci3n de la estructura de tallas ponderada P_{hk} es a trav3s del siguiente estimador:

$$\hat{P}_{hk} = \sum_{i=1}^{m_h} \frac{C_{hi} t_{hi} S a_{hi}}{C_h t_h S a_h} \hat{P}_{hik}$$

donde:

- h = zona o estrato de pesca; h =1 primeras 100 millas; h =2 siguientes 100 -200 millas
- i = indica el lance de pesca



- K = indica la clase de talla
 Sa_{hi} = densidad acústica de la IBM en el entorno del lance
 C_{hi} = captura en peso o número obtenidos en el lance de pesca "i"
 t_{hi} = tiempo de arrastre del lance "i"
 m_{hi} = número de lances efectuados en la zona de pesca "h"

y

$$C_h = \sum_{i=1}^{m_h} C_{hi}$$

$$t_h = \sum_{i=1}^{m_h} t_{hi}$$

$$Sa_h = \sum_{i=1}^{m_h} Sa_{hi}$$

$$\hat{P}_{hik} = \frac{n_{hik}}{n_{hi}}$$

donde,

- n_{hi} = ejemplares de talla "n" en la muestra de longitud
 n_{hi} = muestra de longitud en el lance "i" realizado en zona o área de pesca "h"

Luego, la varianza del estimador del P_{hk} fue calculada mediante el estimador dado por la siguiente expresión:



$$V_{\hat{P}_{hk}} = \left[\frac{1}{m_h} - \frac{1}{M_h} \right] \frac{1}{m_h - 1} \sum_{i=1}^{m_h} \frac{C t_{hi}^2}{\bar{C} \bar{t}_h^2} (\hat{P}_{hik} - \hat{P}_{hk}) + \frac{1}{m_h M_h} \sum_{i=1}^{m_h} \frac{C t_{hi}^2}{\bar{C} \bar{t}_h^2} \left[\frac{1}{n_{hi}} - \frac{1}{N_{hi}} \right] S^2_{hi}$$

donde,

M_h = número máximo de lances que se pueden ser realizados

N_{hi} = número máximo de ejemplares que pueden ser medidos

y,

$$C t_{hi} = C_{hi} t_{hi}$$

$$\bar{C} \bar{t}_h = \frac{1}{m_h} \sum_{i=1}^{m_h} C_{hi} t_{hi}$$

$$S^2_{hi} = \frac{1}{n_{hi} - 1} \hat{P}_{hi} [1 - \hat{P}_{hi}]$$

La estimación de la varianza del estimador del peso medio a la talla se realizó mediante la aplicación de la siguiente expresión:

$$V[\bar{w}_k] = \frac{1}{n_{hk} - 1} \sum_{i=1}^{n_{hk}} [\bar{w}_{hik} - \bar{w}_{hk}]^2$$

La varianza del estimador del peso medio por ejemplar fue obtenido por medio de:

$$V[\bar{w}_h] = \sum_{k=1}^K V[\bar{w}_{hk} * \hat{P}_{hk}]$$



donde,

$$V[\bar{w}_{hk} \hat{P}_{hk}] = \bar{w}_{hk}^2 * V[\hat{P}_{hk}] + \hat{P}_{hk}^2 * V[\bar{w}_{hk}] - V[\bar{w}_{hk}] * V[\hat{P}_{hk}]$$

La varianza del estimador de la abundancia X_h fue estimada mediante la siguiente fórmula:

$$\hat{V}[\hat{X}_h] = \frac{1}{\bar{w}_h^2} \hat{V}[\hat{B}_h] + \hat{B}_h^2 * \hat{V}\left[\frac{1}{\bar{w}_h}\right] - \hat{V}[\hat{B}_h] * \hat{V}\left[\frac{1}{\bar{w}_h}\right]$$

donde,

$$\hat{V}\left[\frac{1}{\bar{w}_h}\right] = \frac{1}{\bar{w}_h^4} * \hat{V}[\bar{w}_h]$$

La varianza de la abundancia a la talla fue determinada mediante el estimador:

$$\hat{V}[\hat{X}_{hk}] = \hat{X}_{hk}^2 \hat{V}[\hat{P}_{hk}] + \hat{P}_{hk}^2 \hat{V}[\hat{X}_h] - \hat{V}[\hat{X}_h] \hat{V}[\hat{P}_{hk}]$$

La biomasa por clase de talla B_{hk} fue estimada por la siguiente expresión:

$$\hat{B}_{hk} = \hat{X}_{hk} * \bar{w}_{hk}$$

La varianza del estimador del parámetro B_{hk} fue calculado por:

$$\hat{V}[\hat{B}_{hk}] = \hat{X}_{hk}^2 \hat{V}[\bar{w}_{hk}] + \bar{w}_{hk}^2 \hat{V}[\hat{X}_{hk}] - \hat{V}[\bar{w}_{hk}] \hat{V}[\hat{X}_{hk}]$$



II) METODOLOGÍA (2008- 2009)

la abundancia y biomasa total de jurel se estimó según:

$$\hat{A}_T = \sum_k \hat{A}_k$$

$$\hat{B}_T = \sum_k \hat{B}_k$$

Los estimadores de la abundancia y biomasa por clase de talla están dada respectivamente por:

$$\hat{A}_k = a \hat{C}_{nk} \hat{R}_k$$

$$\hat{B}_k = \hat{A}_k \hat{w}_k$$

Donde:

- A_k = abundancia a la talla k en número.
- a = área de distribución del recurso en millas náuticas cuadradas (mn^2).
- C_{nk} = factor o coeficiente de eco integración a la talla k ($n/mn^2/S_a$)
- \bar{w}_{kj} = peso promedio a la talla k, expresado en toneladas (t).
- A_T = abundancia total.
- B_T = biomasa total.
- R_k = razón de lecturas acústicas por I. B. M. a la talla k.



Donde

$$C_{nk} = \left(4\pi 10^{\frac{TS_k}{10}} \right)^{-1}$$

Siendo,

$$\hat{R}_k = \hat{R}\hat{P}_k$$

Donde, \hat{R} es el estimador de razón para la zona, obtenido mediante los métodos Hansen, Volter, Bootstrap y Variable Regionalizadas, mientras que \hat{P}_k la estructura de tallas estimada mediante la siguiente expresión:

$$\hat{P}_k = \sum_{i=1}^m \frac{C_i}{C_t} \hat{P}_{ik}$$

$$C_t = \sum_{i=1}^m C_i, \dots$$

$$\hat{P}_{ki} = \frac{n_{ik}}{n_i}; i = 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, \dots, K$$

Siendo,

- i = indica el lance de pesca
- k = indica la clase de talla
- C_i = captura en número obtenidos en el lance de pesca “ i ”.
- n_i = muestra de ejemplares del lance “ i ”.
- n_{ik} = ejemplares de talla “ k ” en el lance “ i ”.
- m = número de lances efectuados en el área (a) o de pesca.
- P_k = frecuencia de la talla k obtenida desde la estructura de tallas de los lances de pesca realizados en el área (a).



La varianza de la abundancia se estima mediante la siguiente expresión:

$$\hat{V}(\hat{A}_k) = a^2 \left[\hat{V}(\hat{C}_{nk}) \hat{R}_k^2 + \hat{V}(\hat{R}_k) \hat{C}_{nk}^2 - \hat{V}(\hat{R}_k) \hat{V}(\hat{C}_{nk}) \right]$$

En tanto la varianza de la biomasa se obtiene a través del estimador:

$$\hat{V}(\hat{B}_k) = \hat{V}(\hat{A}_k) \hat{w}_k^2 + \hat{V}(\hat{w}_k) \hat{A}_k^2 - \hat{V}(\hat{A}_k) \hat{V}(\hat{w}_k)$$

De igual manera, la varianza del estimador “ \hat{R}_k ” se estima mediante,

$$\hat{V}(\hat{R}_k) = \hat{V}(\hat{P}_k) \hat{R}_k^2 + \hat{V}(\hat{R}) \hat{P}_k^2 - \hat{V}(\hat{R}) \hat{V}(\hat{P}_k)$$

Por su parte, la varianza del estimador del parámetro “ P_k ” es obtenida mediante el estimador dado por la siguiente expresión:

$$\hat{V}(\hat{P}_k) = \left[\frac{1}{m} - \frac{1}{M} \right] \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m \frac{C}{C_i} \left(\hat{P}_{ik} - \hat{P}_k \right) + \frac{1}{m-M} \sum_{i=1}^m \frac{C}{C_i} \left[\frac{1}{n_i} - \frac{1}{N_i} \right] \hat{S}_{ki}^2$$

Donde,

- i = denota el lance $i = 1, 2, \dots, m$
- M = número de lances que pueden ser realizados en el área
- m = muestra de lances realizados en el área
- N_i = ejemplares en el lance “ i ”, $i = 1, 2, \dots, m$
- n_i = muestra de ejemplares medidos en el lance “ i ”, $i = 1, 2, \dots, m$



$$C_t = \sum_{i=1}^{n_i} C_i$$

$$\bar{C}_t = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m C_i$$

$$\hat{S}_{ki}^2 = \frac{1}{n_i - 1} \hat{P}_{ki} [1 - \hat{P}_{ki}]$$

La varianza del factor o coeficiente de eco-integración en número " \hat{C}_{nk} " se estima según:

$$\hat{V}(\hat{C}_{nk}) = (4\pi)^{-2} (10)^{-2(0.1\overline{TS}+1)} \ln^2(10) \hat{V}(\overline{TS}_k)$$

Donde,

$$\hat{V}(\overline{TS}_k) = \hat{V}(\hat{\alpha}) + \log^2(L_k) \hat{V}(\hat{\beta}) + 2\log L_k \text{cov}(\hat{\alpha}, \hat{\beta})$$

Siendo,

- α y β = coeficientes de la regresión fuerza de blanco y longitud, " \overline{TS} ".
 l_k = longitud a la talla " k ".



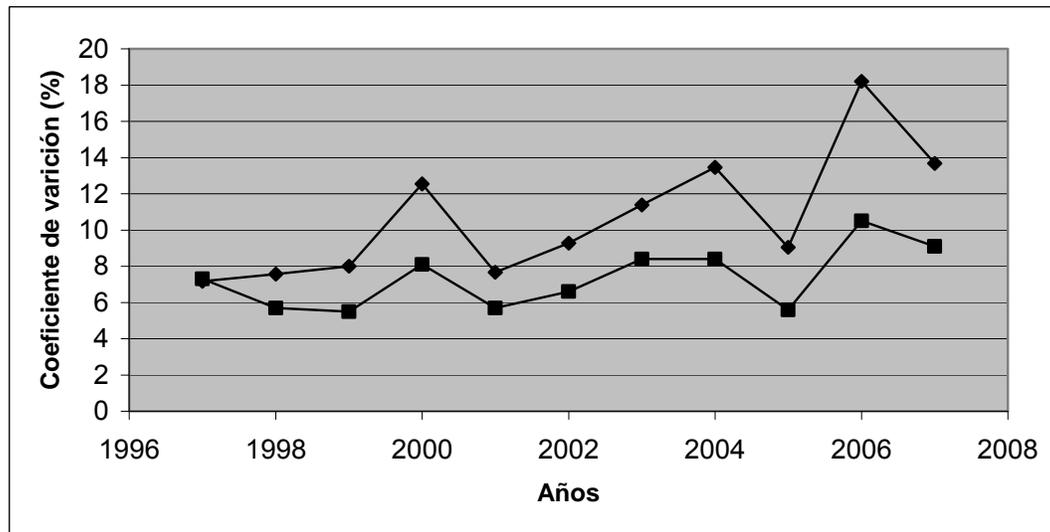
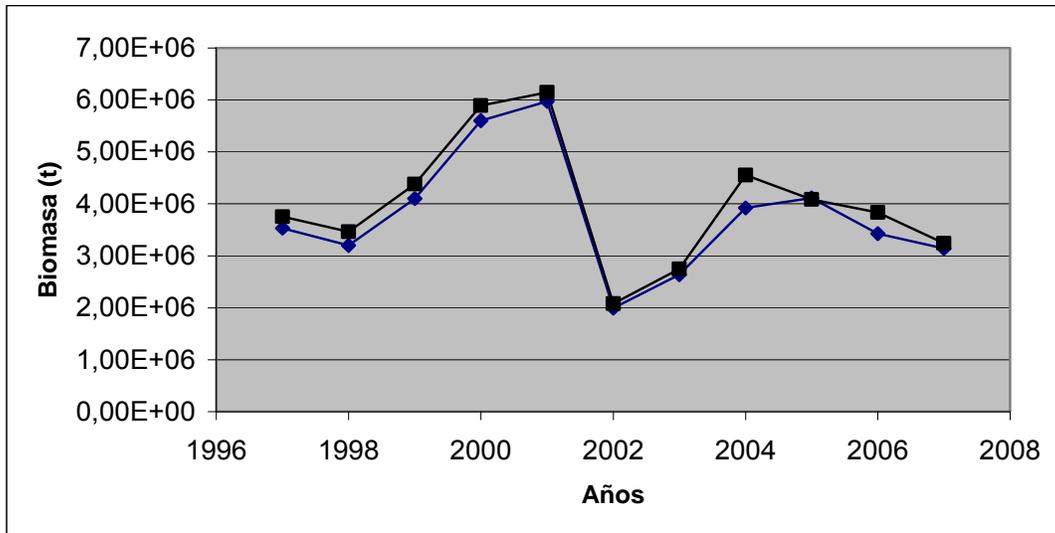
III) RESULTADOS

El an3lisis de los resultados obtenidos entre ambas metodolog3as, muestra de manera robusta que no existen diferencias importantes que pudieran sugerir modificar las tendencias de los valores estimados de biomasa en la serie hist3rica entre 1997 y 2007, por cuanto el reciente procedimiento de c3lculo presento diferencias positivas que levemente superaron el 6% respecto a las antiguas cuantificaciones (**Tabla 1, Figura 1**). Procedimiento de rec3lculo que represent3 una mejora sustantiva en el nivel de precisi3n de los estimados ac3sticos de jurel en la zona de estudio (**Figura 2**).

Tabla 1

Biomasa de jurel estimada con antiguo procedimiento y recalculadas

Años	Metodolog3a		Variaci3n (%)
	(Antigua)	(Recalculadas)	
1997	3.530.000	3.753.516	6,3
1998	3.200.000	3.255.838	1,7
1999	4.100.000	4.354.999	6,2
2000	5.600.000	5.889.227	5,2
2001	5.970.000	6.146.418	2,9
2002	1.990.000	2.027.384	1,8
2003	2.640.000	2.746.252	4,0
2004	3.920.000	4.024.854	2,6
2005	4.110.000	4.086.322	-0,6
2006	3.424.500	3.615.956	5,6
2007	3.140.000	3.243.676	3,3



◆ Hist3rico ■ Recalculado

Figura 1. Biomasa y coeficiente de variaci3n hist3rica y recalculada

A N E X O III

**Posición y fecha de transectas acústicas y
estaciones bioceanográficas**



POSICIÓN Y FECHA DE LAS TRANSECTAS POR BARCO

Transecta	Barco	Latitud (S)	Fecha			
			5 – 200 mn	201 – 400 mn	401 - 500 mn	501 -700 mn
1	Terranova	34°10'	04.07.2009			
2	Terranova	35°00'	06.07.2009			
3	Terranova	35°50'	07.07.2009			
4	Terranova	36°40'	09.07.2009			
5	Abate Molina	37°05'		01.06.2009	02.06.2009	
6	Terranova	37°30'	11.07.2009			
7	Abate Molina	37°55'		05.06.2009	04.06.2009	
8	Terranova	38°20'	13.07.2009			
9	A. Molina/Biomar III	38°45'		07.06.2009	08.06.2009	09.06.2009
10	Terranova/Biomar III	39°10'	20.07.2009	07.06.2009	08.06.2009	09.06.2009
11	A. Molina/Biomar III	39°35'		18.07.2009	24.07.2009	10.06.2009
12	Terranova/A. Molina	40°00'	15.07.2009	22.07.2009	24.07.2009	10.06.2009
13	A. Molina/Biomar III	40°25'		18.07.2009	22.07.2009	11.06.2009
14	A. Molina/Biomar III	40°50'		18.07.2009	19.07.2009	13.06.2009
15	A. Molina/Biomar III	41°15'		16.07.2009	19.07.2009	15.06.2009
16	A. Molina/Biomar III	41°40'		11.07.2009	14.07.2009	17.06.2009
17	A. Molina/Biomar III	42°05'		11.07.2009	14.07.2009	18.06.2009
18	A. Molina/Biomar III	42°30'		07.07.2009	09.07.2009	19.06.2009
19	A. Molina/Biomar III	42°55'		27.06.2009	09.07.2009	20.06.2009
20	A. Molina/Biomar III	43°20'		25.06.2009	23.06.2009	21.06.2009
21	A. Molina/Biomar III	43°45'		22.06.2009	23.06.2009	23.06.2009

**POSICIÓN Y FECHA DE ESTACIONES BIOCEANOGRÁFICAS**

Embarcación	Estación	Dist. costa	Fecha	Latitud (S)	Longitud (W)
Terranova	001	25	04.07.2009	34°10'	72°30'
Terranova	002	50	04.07.2009	34°10'	73°00'
Terranova	003	75	05.07.2009	34°10'	73°30'
Terranova	004	100	05.07.2009	34°10'	74°00'
Terranova	005	130	05.07.2009	34°10'	74°36'
Terranova	006	160	05.07.2009	34°09'	75°12'
Terranova	007	200	05.07.2009	34°10'	76°00'
Terranova	008	200	06.07.2009	34°60'	76°16'
Terranova	009	160	06.07.2009	35°00'	75°28'
Terranova	010	130	06.07.2009	35°00'	74°50'
Terranova	011	100	06.07.2009	34°59'	74°13'
Terranova	012	75	06.07.2009	35°00'	73°44'
Terranova	013	50	07.07.2009	34°60'	72°13'
Terranova	014	25	07.07.2009	34°60'	72°42'
Terranova	015	10	07.07.2009	34°60'	72°24'
Terranova	016	10	07.07.2009	35°50'	72°50'
Terranova	017	25	07.07.2009	35°50'	73°08'
Terranova	018	130	08.07.2009	35°50'	75°19'
Terranova	019	160	08.07.2009	35°50'	75°59'
Terranova	020	200	08.07.2009	35°50'	76°45'
Terranova	021	200	08.07.2009	36°40'	77°18'
Terranova	022	160	09.07.2009	36°39'	76°27'
Terranova	023	130	09.07.2009	36°40'	75°51'
Terranova	024	100	09.07.2009	36°40'	75°13'
Terranova	025	75	09.07.2009	36°40'	74°42'
Terranova	026	50	09.07.2009	36°40'	74°11'
Terranova	027	25	10.07.2009	36°40'	73°32'
Terranova	028	10	10.07.2009	36°40'	73°21'
Terranova	029	5	11.07.2009	37°30'	73°48'
Abate Molina	030	200	01.06.2009	37°05'	77°22'
Abate Molina	031	230	01.06.2009	37°05'	77°59'
Abate Molina	032	260	01.06.2009	37°05'	78°37'
Abate Molina	033	300	01.06.2009	37°05'	79°27'
Abate Molina	034	330	02.06.2009	37°05'	80°05'
Abate Molina	035	360	02.06.2009	37°05'	80°42'
Abate Molina	036	400	02.06.2009	37°05'	81°33'
Abate Molina	037	430	02.06.2009	37°05'	82°10'
Abate Molina	038	460	02.06.2009	37°05'	82°48'
Abate Molina	039	500	02.06.2009	37°05'	83°38'
Abate Molina	040	530	03.06.2009	37°05'	84°16'



Abate Molina	041	560	03.06.2009	37°05'	84°53'
Abate Molina	042	600	03.06.2009	37°05'	85°44'
Terranova	043	200	13.07.2009	38°20'	77°46'
Terranova	044	200	13.07.2009	37°30'	77°47'
Terranova	045	160	12.07.2009	37°30'	76°57'
Terranova	046	100	12.07.2009	37°00'	75°42'
Terranova	047	75	12.07.2009	37°00'	75°10'
Terranova	048	50	11.07.2009	37°30'	74°39'
Terranova	049	25	11.07.2009	37°30'	74°07'
Abate Molina	050	200	06.06.2009	37°55'	77°43'
Abate Molina	051	230	06.06.2009	37°55'	78°21'
Abate Molina	052	260	06.06.2009	37°55'	78°59'
Abate Molina	053	300	06.06.2009	37°55'	79°50'
Abate Molina	054	330	06.06.2009	37°55'	80°29'
Abate Molina	055	360	05.06.2009	37°55'	81°07'
Abate Molina	056	400	05.06.2009	37°55'	81°58'
Abate Molina	057	430	05.06.2009	37°55'	82°35'
Abate Molina	058	460	05.06.2009	37°55'	83°14'
Abate Molina	059	500	04.06.2009	37°55'	84°05'
Abate Molina	060	530	04.06.2009	37°55'	84°43'
Abate Molina	061	560	04.06.2009	37°55'	85°21'
Terranova	062	160	13.07.2009	38°20'	76°55'
Terranova	063	130	13.07.2009	38°20'	76°17'
Terranova	064	10	15.07.2009	39°10'	73°28'
Terranova	065	25	21.07.2009	38°19'	74°08'
Terranova	066	100	21.07.2009	38°22'	75°38'
Terranova	067	75	21.07.2009	38°22'	75°06'
Terranova	070	10	04.07.2009	34°10'	72°12'
Abate Molina	071	200	07.06.2009	38°45'	77°42'
Abate Molina	072	230	07.06.2009	38°45'	78°21'
Abate Molina	073	260	07.06.2009	38°45'	78°60'
Abate Molina	074	300	07.06.2009	38°45'	79°51'
Abate Molina	075	330	08.06.2009	38°45'	80°30'
Abate Molina	076	360	08.06.2009	38°45'	81°08'
Abate Molina	077	400	08.06.2009	38°45'	81°60'
Abate Molina	078	430	08.06.2009	38°45'	82°38'
Abate Molina	079	460	09.06.2009	38°45'	83°17'
Abate Molina	080	500	09.06.2009	38°45'	84°08'
Abate Molina	081	530	09.06.2009	38°45'	84°47'
Abate Molina	082	560	09.06.2009	38°45'	85°26'
Abate Molina	083	600	09.06.2009	38°45'	86°18'
Biomar III	084	630	09.06.2009	38°45'	86°55'
Biomar III	085	660	09.06.2009	38°45'	87°33'
Biomar III	086	700	09.06.2009	38°45'	88°26'



Terranova	087	160	20.07.2009	39°10'	76°41'
Terranova	088	130	20.07.2009	39°10'	76°03'
Terranova	089	100	20.07.2009	39°10'	75°24'
Terranova	090	75	20.07.2009	39°10'	74°52'
Terranova	091	50	20.07.2009	39°10'	74°19'
Terranova	092	25	20.07.2009	39°10'	73°48'
Terranova	093	50	21.07.2009	38°20'	74°34'
Terranova	094	5	15.07.2009	40°00'	73°55'
Terranova	095	200	20.07.2009	39°10'	77°33'
Terranova	096	200	19.07.2009	39°35'	77°38'
Terranova	097	230	19.07.2009	39°35'	78°17'
Abate Molina	098	330	24.07.2009	39°35'	80°25'
Abate Molina	099	360	24.07.2009	39°35'	81°05'
Abate Molina	100	400	24.07.2009	39°35'	81°57'
Abate Molina	101	430	25.07.2009	39°35'	82°36'
Abate Molina	102	300	25.07.2009	39°50'	80°03'
Abate Molina	103	500	10.06.2009	39°35'	84°06'
Abate Molina	104	530	06.10.2009	39°35'	84°45'
Abate Molina	105	560	06.10.2009	39°35'	85°24'
Abate Molina	106	600	06.10.2009	39°35'	86°16'
Biomar III	107	630	06.10.2009	39°35'	86°56'
Biomar III	108	660	06.10.2009	39°35'	87°35'
Biomar III	109	700	06.10.2009	39°35'	88°27'
Abate Molina	110	260	25.07.2009	39°50'	79°11'
Abate Molina	111	230	26.07.2009	39°50'	78°32'
Abate Molina	112	200	26.07.2009	39°50'	77°53'
Terranova	114	25	15.07.2009	39°60'	74°15'
Terranova	115	50	15.07.2009	39°60'	74°47'
Terranova	116	75	15.07.2009	39°60'	75°19'
Terranova	117	100	15.07.2009	39°56'	75°52'
Terranova	118	130	16.07.2009	39°60'	76°31'
Terranova	119	160	16.07.2009	40°00'	77°10'
Terranova	120	200	16.07.2009	39°60'	78°02'
Terranova	121	230	16.07.2009	40°00'	78°41'
Terranova	122	260	16.07.2009	40°00'	79°20'
Terranova	123	300	16.07.2009	39°60'	80°12'
Abate Molina	124	300	24.07.2009	39°35'	79°46'
Terranova	124	260	18.07.2009	40°25'	78°20'
Abate Molina	125	330	23.07.2009	40°00'	80°53'
Abate Molina	126	360	23.07.2009	40°00'	81°32'
Abate Molina	127	400	23.07.2009	40°00'	82°25'
Abate Molina	128	430	23.07.2009	40°00'	83°04'
Abate Molina	129	460	23.07.2009	40°00'	83°43'
Abate Molina	130	500	10.06.2009	40°00'	84°36'



Abate Molina	131	530	11.06.2009	40°00'	85°15'
Abate Molina	132	560	11.06.2009	40°00'	85°54'
Abate Molina	133	600	11.06.2009	40°00'	86°46'
Biomar III	134	630	11.06.2009	40°00'	87°25'
Biomar III	135	630	11.06.2009	40°00'	88°05'
Biomar III	136	700	11.06.2009	40°00'	88°56'
Biomar III	137	700	11.06.2009	40°25'	89°06'
Biomar III	138	660	11.06.2009	40°25'	88°12'
Biomar III	139	630	11.06.2009	40°25'	87°32'
Abate Molina	140	600	11.06.2009	40°25'	86°53'
Abate Molina	141	560	12.06.2009	40°25'	86°00'
Abate Molina	142	490	22.07.2009	40°25'	84°29'
Abate Molina	143	460	22.07.2009	40°25'	83°49'
Abate Molina	144	430	22.07.2009	40°25'	83°09'
Abate Molina	145	400	22.07.2009	40°25'	82°30'
Abate Molina	146	360	21.07.2009	40°25'	81°38'
Abate Molina	147	330	21.07.2009	40°25'	80°58'
Abate Molina	148	300	21.07.2009	40°25'	80°19'
Terranova	149	230	18.07.2009	40°25'	78°41'
Terranova	150	200	18.07.2009	40°25'	78°02'
Terranova	151	300	19.07.2009	39°35'	79°47'
Abate Molina	152	200	16.07.2009	40°50'	78°16'
Abate Molina	153	230	17.07.2009	40°50'	78°56'
Abate Molina	154	300	18.07.2009	40°50'	80°29'
Abate Molina	155	330	21.07.2009	40°50'	81°08'
Abate Molina	156	360	20.07.2009	40°50'	81°48'
Abate Molina	157	400	20.07.2009	40°50'	82°40'
Abate Molina	158	430	20.07.2009	40°50'	83°20'
Abate Molina	159	460	20.07.2009	40°50'	84°00'
Abate Molina	160	500	19.07.2009	40°50'	84°53'
Biomar III	161	660	14.07.2009	40°50'	88°24'
Biomar III	162	630	16.07.2009	41°15'	87°50'
Abate Molina	163	500	19.07.2009	41°15'	84°56'
Abate Molina	164	460	19.07.2009	41°15'	84°02'
Abate Molina	165	430	19.07.2009	41°15'	83°23'
Abate Molina	166	400	19.07.2009	41°15'	82°42'
Abate Molina	167	360	18.07.2009	41°15'	81°49'
Abate Molina	168	330	18.07.2009	41°15'	81°09'
Abate Molina	169	300	16.07.2009	41°15'	80°29'
Abate Molina	170	300	16.07.2009	41°15'	79°36'
Abate Molina	171	230	16.07.2009	41°15'	78°56'
Abate Molina	172	200	16.07.2009	41°15'	78°16'
Abate Molina	173	200	11.07.2009	41°40'	78°09'
Abate Molina	174	260	12.07.2009	41°40'	79°30'



Abate Molina	175	300	13.07.2009	41°40'	80°23'
Abate Molina	176	330	15.07.2009	41°40'	81°03'
Abate Molina	177	360	15.07.2009	41°40'	81°43'
Abate Molina	178	400	15.07.2009	41°40'	82°37'
Abate Molina	179	430	14.07.2009	41°40'	83°17'
Abate Molina	180	460	14.07.2009	41°40'	83°58'
Abate Molina	181	560	17.07.2009	41°40'	86°11'
Abate Molina	182	600	17.07.2009	41°40'	87°05'
Biomar III	183	630	17.07.2009	41°40'	87°46'
Biomar III	184	660	17.07.2009	41°40'	88°26'
Biomar III	185	700	17.07.2009	41°40'	89°21'
Biomar III	186	630	18.07.2009	42°05'	88°12'
Abate Molina	187	600	18.07.2009	42°05'	87°32'
Abate Molina	188	560	18.07.2009	42°05'	86°38'
Abate Molina	189	530	18.07.2009	42°05'	85°58'
Abate Molina	190	500	18.07.2009	42°05'	85°17'
Abate Molina	191	460	14.07.2009	42°05'	84°23'
Abate Molina	192	400	13.07.2009	42°05'	83°02'
Abate Molina	193	360	13.07.2009	42°05'	82°08'
Abate Molina	194	330	13.07.2009	42°05'	81°28'
Abate Molina	195	300	10.07.2009	42°05'	80°48'
Abate Molina	196	260	11.07.2009	42°05'	79°53'
Abate Molina	197	230	11.07.2009	42°05'	79°13'
Abate Molina	198	200	11.07.2009	42°05'	78°32'
Abate Molina	199	200	07.07.2009	42°30'	78°43'
Abate Molina	200	230	07.07.2009	42°30'	79°24'
Abate Molina	201	260	07.07.2009	42°30'	80°05'
Abate Molina	202	300	07.07.2009	42°30'	80°59'
Abate Molina	203	330	10.07.2009	42°30'	81°39'
Abate Molina	204	360	10.07.2009	42°30'	82°20'
Abate Molina	205	400	10.07.2009	42°30'	83°14'
Abate Molina	206	430	10.07.2009	42°30'	83°55'
Abate Molina	207	460	09.07.2009	42°30'	84°36'
Abate Molina	208	500	18.06.2009	42°30'	85°30'
Abate Molina	209	530	19.06.2009	42°30'	86°11'
Abate Molina	210	560	19.06.2009	42°30'	86°52'
Abate Molina	211	600	19.06.2009	42°30'	87°46'
Biomar III	212	700	21.06.2009	42°55'	90°10'
Biomar III	213	660	24.06.2009	42°55'	89°15'
Biomar III	214	630	21.06.2009	42°55'	88°34'
Abate Molina	215	600	19.06.2009	42°55'	87°54'
Abate Molina	216	560	20.06.2009	42°55'	86°59'
Abate Molina	217	530	20.06.2009	42°55'	86°18'
Abate Molina	218	500	20.06.2009	42°55'	85°37'



Abate Molina	219	460	09.07.2009	42°55'	84°42'
Abate Molina	220	430	09.07.2009	42°55'	84°02'
Abate Molina	221	330	08.07.2009	42°55'	81°45'
Abate Molina	222	300	08.07.2009	42°55'	81°04'
Abate Molina	223	200	25.06.2009	43°20'	78°53'
Abate Molina	224	230	25.06.2009	43°20'	79°34'
Abate Molina	225	300	27.06.2009	43°20'	81°11'
Abate Molina	226	330	27.06.2009	43°20'	81°51'
Biomar III	227	400	24.06.2009	43°20'	83°26'
Biomar III	228	430	23.06.2009	43°20'	84°08'
Biomar III	229	460	23.06.2009	43°20'	84°50'
Biomar III	230	500	23.06.2009	43°20'	85°45'
Abate Molina	231	600	22.06.2009	43°20'	88°04'
Biomar III	232	630	22.06.2009	43°20'	88°45'
Biomar III	233	660	22.06.2009	43°20'	89°26'
Biomar III	234	660	22.06.2009	43°45'	89°26'
Biomar III	235	630	22.06.2009	43°45'	88°44'
Abate Molina	236	600	22.06.2009	43°45'	88°03'
Abate Molina	237	560	22.06.2009	43°45'	87°07'
Abate Molina	238	530	23.06.2009	43°45'	86°26'
Abate Molina	239	500	23.06.2009	43°45'	85°44'
Abate Molina	240	460	23.06.2009	43°45'	84°49'
Abate Molina	241	430	23.06.2009	43°45'	84°07'
Abate Molina	242	400	23.06.2009	43°45'	83°25'
Abate Molina	243	360	24.06.2009	43°45'	82°30'
Abate Molina	244	330	24.06.2009	43°45'	81°48'
Abate Molina	245	300	24.06.2009	43°45'	80°57'
Abate Molina	246	260	24.06.2009	43°45'	80°12'
Abate Molina	247	230	25.06.2009	43°45'	79°31'
Abate Molina	248	200	25.06.2009	43°45'	78°49'
Biomar III	249	600	22.06.2009	44°10'	88°02'

A N E X O IV

**Plan detallado de asignación de
personal profesional y técnico
en horas/hombres por actividad**

**PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD FIP N° 2009-05****Objetivo General**

Participantes	Preparaci3n	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Total
José C3rdova	56	347	230	218	122	973
Roberto Bahamonde	4	112	81	15	15	227
Hernán Miranda	29		22	37		88
Mauricio Braun				15	8	23
Víctor Bocic	14		106	10	7	137
Jaime Letelier	7		75	41		123
Hernán Reyes	7		64	14	5	90
Alvaro Saavedra	4	106				110
Bernardo Leiva	7	106				113
Víctor Catastí	14	342	88	88	36	568
Vivian Valenzuela	43	342	292	116	38	831
Guillermo Galindo	18	112	441			571
Esteban Molina	7	342	134	79	20	582
Marcelo. San Martín	7	218	176			401
Manuel Rojas	44	112	116	20	26	318
Cristian Canales	14			9		23
Rodolfo Serra.	14			9		23
Juan C. Saavedra	7		177			184
Francisco Leiva	7	342	307	37	30	723
Carolina Lang.	7		217	22		246
Patricia Rojas	7		320	46	33	406
Leonardo Caballero	11		9	5		25
Jorge Angulo	4	106				110
Profesional 1					82	82
Técnico 1		218				218
Técnico 2		243				342
Técnico 3		165				
Sergio Núñez	23		140	40	43	246
Marcos Correa	16		120	40	40	216
Sebastián Vásquez		165	120	40	40	365
Maximiliano Reyes		165	120			285
Aquiles Sepúlveda				50		50
Roberto San Martín		110	110			220
Lesly Valenzuela		110	110			220
Técnico 4		104				104
Técnico 5		269				269
Técnico 6		165				165
TOTAL HORAS	371	4.400	3.575	951	545	9.842

**Objetivo específico N°1**

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova	27	347	184	87	50	695
Roberto Bahamonde		112	81	15	15	223
Alvaro Saavedra		106				106
Bernardo Leiva		106				106
Victor Catasti		342				342
Vivian Valenzuela		342				342
Guillermo Galindo		112				112
Esteban Molina		342				342
Hernán Reyes			64			64
Manuel Rojas	37	112	87	6	26	268
Francisco Leiva		342	200	30	15	587
Carolina Lang.			43			43
Leonardo Caballero			9			9
Jorge Angulo A.		106				106
Profesional 1					82	82
Técnico 1		218				218
Técnico 2		342				342
Técnico 3		165				165
Sub Total	64	3.312	844	138	188	4.546

Objetivo específico N°2

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova			2	2		4
Esteban Molina			40	8	3	51
Víctor Bocic			106	10	7	123
Sub Total			148	20	10	178

**Objetivo espec3fico N°3**

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José C3rdova				11		11
Vivian Valenzuela				29	9	38
Patricia Rojas			320	46	33	399
Francisco Leiva				7		7
Sub Total			320	93	42	455

Objetivo espec3fico N°4

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José C3rdova			44	101	57	202
Juan C. Saavedra			177			177
Jaime Letelier			75	41		116
Hernán Reyes				14	5	19
V3ctor Catastl			88	88	36	212
Carolina Lang.			101			101
Hernán Miranda			22	37		59
Mauricio Braun				15	8	23
Cristian Canales				9		9
Rodolfo Serra.				9		9
Vivian Valenzuela	14		292	87	29	422
Guillermo Galindo	14		441			455
Francisco Leiva			34			34
Leonardo Caballero				5		5
Manuel Rojas			29	14		43
Sergio N3ñez	16		140	40	43	246
Marcos Correa	16		120	40	40	216
Sebastián V3squez		165	120	40	40	365
Maximiliano Reyes		165	120			285
Aquiles Sep3lveda				50		50
Roberto San Mart3n		110	110			220
Lesly Valenzuela		110	110			220
T3cnico 4		104				104
T3cnico 5		269				269
T3cnico 6		165				165
Sub Total	60	1.088	2.023	590	258	4.019



Objetivo específico N°5

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova				17	15	32
Francisco Leiva			73		15	88
Carolina Lang			73	22		95
Esteban Molina			94	71	17	182
Sub Total			240	110	47	397

Talleres

Participante	Taller II	Sub Total
José Córdova	29	29
Jaime Letelier	7	7
Vivian Valenzuela	29	29
Hernán Miranda	29	29
Sergio Núñez	7	7
Cristian Canales	14	14
Rodolfo Serra	14	14
Víctor Catastl	14	14
Víctor Bocić	14	14
Juan Saavedra	7	7
Patricia Rojas	7	7
Roberto Bahamonde	4	4
Alvaro Saavedra	4	4
Bernardo Leiva	7	7
Hernán Reyes	7	7
Marcelo. S. Martín	7	7
Guillermo Galindo	4	4
Esteban Molina	7	7
Francisco Leiva	7	7
Carolina Lang	7	7
Leonardo Caballero	11	11
Jorge Angulo A.	4	4
Manuel Rojas	4	4
ub Total	247	247

A N E X O V

**Talleres de difusión y discusión
(Talleres de trabajo I y II)**



TALLERES

Proyecto FIP N°2009-05

“Evaluación Hidroacústica integral del recurso jurel entre la V y X Regiones, año 2009”

De acuerdo a lo establecido en los Términos Básicos de Referencia del Proyecto “Evaluación Hidroacústica integral del recurso jurel entre la V y X Regiones, año 2009”: FIP N° 2009-05, durante el desarrollo del estudio se deberían llevar a cabo dos Talleres de Trabajo. El primero, consideraba la presentación de la metodología y las principales actividades a desarrollar durante la prospección acústica, mientras que el segundo, tenía como objetivo la discusión metodológica y difusión de los resultados alcanzados en el estudio, con la participación ampliada, en ambos casos de personas del sector pesquero y profesionales involucrados en el manejo de la pesquería del jurel.

En atención a la dificultad en disponer hasta última hora de la segunda embarcación requerida para realizar el estudio, así como el tiempo requerido para cursar invitaciones (10 días) y la necesidad de comenzar el crucero de acuerdo a la estacionalidad abundancia, no fue posible llevar a cabo previo al crucero el Taller I de presentación metodológica. En este sentido, en el crucero se consideraron todos los alcances planteados en las distintas evaluaciones efectuadas en la zona centro-sur.

El segundo taller se desarrolló en la sala Auditorium del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), el día 07 de enero del 2009, donde se hizo la presentación metodología y se explico las razones para considerar la información obtenida desde la flota en la cuantificación del recurso, siendo aceptada dado la no captura de jurel durante la ejecución del crucero de evaluación hidroacústica. Situación que fue expuesta in extenso en dependencias de Fondo de Investigación Pesquera el 16/10/2009, y aceptada por los integrantes Sres Rubén Pinochet, Maximiliano Alarma, Jose Raúl Cañón, Aquiles Sepúlveda y Jorge Castillo.



A partir de los resultados alcanzados en el marco de este estudio, se estableci3 un cambio espacial de la distribuci3n del recurso desde el 2003, con una marcada baja de la densidad del zooplancton (oferta alimentaria), no existiendo un cambio importante en las variables oceanogr3ficas, salvo eventos intensos El Ni3o entre 1997-98 y la ni3a 2007. En este sentido, es importante incorporar an3lisis dirigidos a establecer el consumo que jurel hace sobre sus presas y en que medida este consumo puede ser satisfecho con la oferta alimentaria presente en las zonas de concentraci3n de jurel, lo cual entregar3 informaci3n relevante para conocer su din3mica espacial. Por otra parte, se estableci3 que el desplazamiento del recurso hacia el sector oce3nico, hace necesario una ventana de evaluaci3n m3vil que se adapte a la distribuci3n oce3nica del jurel, para lo cual se debe dejar de evaluar en ZEE donde no se ha detectado recurso en los dos 3ltimos a3os. Para tal efecto se propuso el apoyo de naves industriales (eco prospecciones), sin embargo, disponer de ellas es poco probable por el alto costo de oportunidad dado la baja disponibilidad de jurel en la zona de estudio. Adem3s, se recomend3 separar organismos gelatinosos en la biomasa zooplant3nica, a fin de evaluar la tendencia de los organismos que aportan en t3rminos nutricionales al recurso.

Por otra parte, se concuerda que los resultados alcanzados en este estudio son indicadores de lo observado durante el 3rea y per3odo de estudio, y que su comportamiento ha entregado antecedentes importantes para la evaluaci3n del stock de jurel (alejamiento de las concentraciones del jurel de la costa y baja en su biomasa). En este sentido, la evaluaci3n indirecta del recurso ha incluido estos resultados junto a los obtenidos en otros estudios, concluyendo para diferentes escenarios posibles una tendencia en mayor o menor grado decrecientes del tama3o del stock de jurel.

En este sentido, se tiene presente que el lugar f3sico de realizaci3n del taller II era la VIII Regi3n, sin embargo, por la din3mica institucional no fue factible de llevar a cabo

A continuaci3n se detallan el Programa **Taller II**.



TALLER II

Proyecto FIP N° 2009-05: “Evaluación Hidroacústica integral del recurso jurel entre la V-X regiones, año 2009”

Valparaíso, martes 07 de enero del 2009

10:00 a 10:15	Presentación del Proyecto	Sr. José Córdova (IFOP)
10:15 a 10:30	Estimado de abundancia y biomasa de jurel	Sr. José Córdova (IFOP)
10:30 a 10:45	Distribución espacial del zooplancton	Sr. Jorge Angulo (IFOP)
10:45 a 11:00	Principales ítems alimentarios de jurel	Sra. Patricia Rojas (UCV)
11:15 a 11:30	<i>Café</i>	
11:30 a 11:45	Condiciones oceanográficas	Sr. Sergio Nuñez (INPESCA)
11:45 a 12:00	Interrelaciones entre las variables oceanográficas y el jurel	Sr. Víctor Catasti (IFOP)
12:00 a 12:30	Discusión y conclusiones.	



Personal Participante

1. Rubén Pinochet	Fondo Investigación Pesquera
2. Maximiliano Alarma	Pesquera San José
3. Jose Raúl Cañón	CORPESCA S.A.
4. Sergio Núñez	Instituto de Investigaciones Pesqueras VIII Región S.A.
5. Patricia Rojas	Universidad Católica de Valparaíso
6. José Córdova	Instituto de Fomento Pesquero
7. Carolina Lang	Instituto de Fomento Pesquero
8. Jorge Angulo	Instituto de Fomento Pesquero
9. Guillermo Galindo	Instituto de Fomento Pesquero
10. Victor Botic	Instituto de Fomento Pesquero
11. Leonardo Caballero	Instituto de Fomento Pesquero
12. Alexander Valdenegro	Instituto de Fomento Pesquero
13. Jorge Castillo	Instituto de Fomento Pesquero
14. Victor Catasti	Instituto de Fomento Pesquero
15. Francisco Leiva	Instituto de Fomento Pesquero
16. Hernán Miranda	Instituto de Fomento Pesquero
17. Juan Carlos Saavedra	Instituto de Fomento Pesquero

A N E X O VI

**Alcances del evaluador
Proyecto FIP N° 2009-05**



ALCANCES DEL EVALUADOR PROYECTO FIP N° 2009-05

En este informe final “Evaluación hidroacústica integral del recurso jurel entre la V y X regiones, año 2009”, se han incorporados todos los alcances indicados por el evaluador, en cuanto a número de estómagos revisados, inclusión de base de dato estómagos e índice general de acuerdo a formato FIP, además de antecedentes que explican la leve reducción de las estaciones bio-oceanográficas y del número de otolitos recolectado en la zona de estudio.

En anexo V Taller, se explicita las condiciones sobre las cuales no fue posible la ejecución de Taller I “Presentación del plan de trabajo”, dada la tardanza en la definición de la nave participante, tiempo requerido para cursar las invitaciones y la imperiosa necesidad de iniciar la evaluación en el periodo estacional requerido, procediendo por tanto a considerar todos los alcances en esta materia recibidos en anteriores evaluaciones. Respecto al segundo Taller “Difusión de resultados”, por dinámica institucional éste se llevó a cabo en dependencias del IFOP (07/01/2010), coincidiendo con el evaluador que su sede de desarrollo era en la VIII Región. En este sentido, se han llevado a cabo conversaciones con miembros del Fondo de Investigación Pesquera y Subsecretaría de Pesca, para coordinar su ejecución en la zona, no obstante, las condiciones recientemente acaecidas, posponen su ejecución, dado los cambios significativos en la prioridades regionales tanto a nivel de las autoridades los como agentes del sector pesquero.

Por otra parte, la escasa presencia de jurel en la zona prospectada, junto a una distribución espacial bastantes aislada, no permitió la captura de jurel mediante el uso de red de arrastre a mediagua, situación que se reflejó en la ejecución de sólo 6 lances de pesca y la no captura de jurel en la zona de estudio. Dado estos resultados fue necesario considerar la información de la flota para desarrollar los distintos análisis



comprometidos en este estudio. Es as3 que, un an3lisis estad3stico hist3rico a la estructura de tama1o de la flota capturada con red cerco y la recolectada con redes de arrastre a mediagua (cruce de evaluaci3n), no mostraron diferencias estad3sticas significativas que hiciesen necesario una correcci3n entre ambas distribuciones de tama1o, raz3n por lo cual en este estudio se consider3 la informaci3n de tallas proveniente de la flota.

En relaci3n a la distribuci3n espacio temporal de las capturas de la flota, es importante destacar que gran parte de los lances muestreados fueron realizados dentro del 3rea de estudio (>70%), coincidiendo plenamente el 3rea de los lances con aquellas donde la prospecci3n ac3stica detect3 la presencia de jurel, existiendo efectivamente un desfase temporal en la colecta de ambas informaci3nes. Sin embargo, es importante destacar que las 3reas de pesca y de abundancia de jurel estuvieron alejadas de la costa, donde efectivamente filtros adicionales para eliminar el sesgo en la informaci3n ac3stica son fuertemente requeridos, dada la mezcla que se produce entre el jurel y otras especies asociadas en la columna de agua y/o plataforma continental. Situaci3n que en este estudio no se present3, debido a las capturas de jurel en zonas alejadas de la costa y cuya caracter3stica principal mono espec3fica se fortalece al disminuir el n3mero de especies asociadas hacia el alta mar, raz3n por lo cual el posible sesgo en la identificaci3n del recurso se reduce considerablemente, siendo de car3cter despreciable. Luego, la identificaci3n de especies aplicada desde 1981 a la fecha, que se basa en la inspecci3n de ecogramas, determinaci3n de par3metros ac3sticos caracter3sticos de esta especie como es el coeficiente de dispersi3n volum3trica (Sv) y morfolog3a de las agregaciones de jurel (alto, largo, ancho y densidad ac3stica), as3 como el car3cter mono espec3fico de esta especie, permite asegurar una identificaci3n adecuada de los ecotrazos detectados por los equipos ac3sticos, y la pertinencia de corroborar esta identificaci3n a trav3s de la informaci3n de la flota, la cual en las zona donde los equipos ac3sticos detectaron recurso se captur3 jurel durante el periodo de



estudio, situación que de no cumplirse, evidenciaría graves errores en la identificación del recurso.

Respecto, a la caracterización de la fauna acompañante de jurel a partir de la información de la flota, bajo un concepto de diferencia de selectividad de los artes de pesca utilizados, se debe mencionar que efectivamente se esperaría que existiesen diferencia entre las capturas de cerco y arrastre de mediagua, al vulnerar el cerco sólo una agregación a diferencia del arrastre que actúa sobre varias agregaciones durante el desplazamiento de arrastre, sin embargo, las capturas mono específica de jurel principalmente fuera de la plataforma continental, disminuyen de manera importante las posibles diferencia entre el número de especies asociadas en la captura de jurel. Aspecto que se observa y destaca en los resultados de los análisis comunitarios realizados a las capturas de jurel entre 1997 al 2009, donde a pesar de existir un número mayor de especies asociada al jurel, provenientes de muestras colectadas por arrastre de mediagua, sus resultados son categóricos, al concluir que el recurso esta fuertemente asociado a sólo una o dos especies en la zona de estudio.

Por último, se debe señalar que la metodología y resultados alcanzados en este estudio, fueron expuestos al Fondo de Investigación Pesquera el 16/octubre/2009 en dependencias del FIP, siendo aprobada con la presencia de Secretario Ejecutivo del FIP Sr. Rubén Pinochet; Sr. José Raúl Cañón-Corpesca; Sr. Maximiliano Alarma-Pesquera San José y Sr. Jorge Castillo-IFOP. Del mismo modo, durante el desarrollo del Taller II fue expuesta la metodología con todos los alcances antes mencionado, sin recibir observación o reparo respecto a el procedimiento y resultados alcanzados en el estudio, contando en esta oportunidad con la presencia del Sr. Rubén Pinochet (FIP), José Raúl Cañón, M. Alarma y Sergio Núñez (INSPESCA VIII Región), además de investigadores de IFOP.

A N E X O VII

**Base Datos Corregida
FIP N° 2009-05**



DESCRIPTORES BASE DE DATOS PROYECTO FIP N° 2009-05

La estructura de las bases de datos, con toda la información básica que se obtuvo durante la ejecución del crucero correspondiente al proyecto FIP 2009-05 “Evaluación Hidroacústica Integral del recurso jurel entre la V y X Regiones, año 2009” se encuentra almacenada en registros magnéticos. Los archivos y el formato de grabación de cada una de las componentes del proyecto se detallan a continuación.

1. Datos oceanográficos

La información oceanográfica de cada una de las estaciones realizadas durante el crucero se encuentran en el archivo “Oceanog01.dbf”, “Oceanog02.dbf”.y “PCM_PBT.dbf”

Campo	Columna
Longitud en decimales	1
Latitud en decimales	2
Año	3
Mes	4
Día	5
Hora	6
Minutos	7
Estación	8
Profundidad	9
Temperatura	10
Salinidad	11
Densidad	12
Oxígeno	13



Capa de mezcla, Profundidad base de la termoclina y Espesor de la termoclina.

Campo	Columna
Latitud en decimales	1
Longitud en decimales	2
Estaci3n	3
Capa mezcla (m)	4
Profundidad base de la termoclina	5
Espesor de la termoclina	6

2. Registros ac3sticos

La informaci3n concerniente a la evaluaci3n hidroac3stica esta contenida en dos tipos de archivos: "BiomaJur.dbf" y "AcustJur.dbf".

El archivo "BiomaJur.dbf" contiene la informaci3n de las lecturas ac3sticas por especie en cada UBM indicando la frecuencia del ecosonda, las especies, tipo de agregaci3n, las profundidades superior e inferior y lectura ac3stica.

El archivo "BiomaJur.dbf" est3 estructurado seg3n:

Campo	Columna
Bioma	1
Ubm	2
Especie (Nota 1)	3
Agregaci3n (Nota 2)	4
Ecosonda (Nota 3)	5
Profundidad superior (m)	6
Profundidad inferior (m)	7
Lectura ac3stica- Sa (m ² /mn ²)	8



Nota 1: Especie: 0 = Otros
 1 = Sardina
 2 = Jurel
 3 = Anchoveta
 4 = Caballa

Nota 2: Agregaci3n: 1 = Cardumen
 2 = Estrato denso
 3 = Estrato medio
 4 = Estrato disperso
 5 = Disperso
 6 = individual

Nota 3: Ecosonda: 1 = 38 KHz
 2 = 120 KHz
 3 = 200 KHz

El archivo "AcustJur.dbf" contiene la informaci3n del n3mero de la UBM, latitud y longitud y direcci3n.

Tipo de informaci3n	Columna
N3mero de U Acust	1
UBM	2
Latitud (GGMM.ss)	3
Direcci3n S=sur	4
Longitud (GGMM.ss)	5
Direcci3n W =Oeste	6

G : Grados de Latitud / Longitud
M : D3cimas de minuto
s : D3cimas de segundo



3. Biología

La información biológica obtenida de los muestreos biológicos realizados durante el crucero, se encuentra en el archivo "Tallas.dbf", cuyo formato de grabación se describe a continuación:

Tipo de información	Columna
Longitud (cms)	1
Número ejemplares Machos	2
Número ejemplares Hembras	3

Además, en el archivo "Frecuenc.dbf" se anexa información referente a las tallas de jurel por lance.

Tipo de información	Columna
Longitud (cms)	1
Frecuencia en número por lance realizados en PAM Líder	2 a 16
Frecuencia en número por lance realizados en PAM Don Alfonso	17 a 21
Frecuencia en número por lance realizados en PAM Cazador	22 a 25
Frecuencia en número por lance realizados en PAM Vesterveg	26 a 29
Frecuencia en número por lance realizados en PAM Sta. María	30 a 33
Frecuencia en número por lance realizados en PAM Vesterveg	34 a 43



4. Informaci3n Pesquera

La informaci3n pesquera obtenida en los lances de pesca durante el crucero, se encuentra en los archivos "Bitacora.dbf", cuyo formato de grabaci3n se describe a continuaci3n:

a) Registro de identificaci3n de bit3cora de pesca de evaluaci3n de jurel

Tipo de informaci3n	Columna
Barco	1
Viaje	2
Fecha Zarpe	3
Fecha Recalada	4
Nº lance	5
Hora de calado	6
Año	7
Mes	8
Día	9
Latitud de inicio lance	10
Longitud de inicio lance	11
Hora de Virado	12
Profundidad superior cardumen	13
Profundidad inferior cardumen	14
Temperatura superficial	15
Captura de jurel (Kg)	16
Captura de reineta (Kg)	17
Captura de jibia (Kg)	18
Captura de caballa (Kg)	19
Captura de total (Kg)	20



5. Informaci3n de plancton y zooplancton

La informaci3n de zooplancton contenida en la grilla de estaciones bioceanogr3ficas realizadas durante el crucero, est3 almacenada en el archivo "Plancton.dbf".

a) Registro de identificaci3n de base zooplancton

Campo	Columna
Latitud (decimales)	1
Longitud (decimales)	2
N3mero estaci3n	3
Distancia costa	4
Horario (noche/ d3a)	5
Cop3podos	6
Euf3usidos >1 cm	7
Larvas euf3usidos	8
Ostr3codos	9
Clad3ceros	10
Lar. Dec3podos	11
Anf3podos	12
Estomat3podos	13
Medusas	14
Sifon3foros	15
Cten3foros	16
isop3dos	17
Quetognatos	18
Poliquetos	19
Pter3podos	20
Salpas	21
Salpas >8 cm	22
Doli3lidos	23
Apendicularias	24
Foramin3feros	25
Radiolarios	26
L.cifonautas	27



6. Edad

La informaci3n de edad obtenida de los muestreos biol3gicos realizados durante el crucero, se encuentra en el archivo "Edad.dbf", cuyo formato de grabaci3n se describe a continuaci3n:

Registro de identificaci3n de base de edad

Tipo de informaci3n	Columna
N3mero correlativo	1
Longitud	2
Edad	3

7. Base Est3magos

La informaci3n de edad obtenida de los muestreos biol3gicos realizados durante el crucero, se encuentra en el archivo "Estomagos.dbf", cuyo formato de grabaci3n se describe a continuaci3n:



Registro de identificaci3n de base de est3magos

Tipo de informaci3n	Columna
Barco	1
Zarpe	2
Fechalance	3
Lance	4
Tipo	5
Registro	6
Contenido	7
Peso	8
Tama1o	9



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
Sección Ediciones y Producción
Blanco 839, Fono 56-32-2151500
Valparaíso, Chile
www.ifop.cl



www.ifop.cl